Das populäre Magazin für As

Spektrum DER WISSENSCHAFT

1000-€-Artikelwettbewerb!

ASTRONOMIE HEUTE

SKY & TELESCOPE DEUTSCHE AUSGABE

WWW.ASTRONOMIE-HEUTE.DE

Juli / August
7-8 / 2007
€ 6,50 / sFr 12,50

Exoplaneten

Auf der Suche nach einer zweiten Erde

Lichtverschmutzung
Was wir tun können, damit wieder mehr Sterne zu sehen sind

Großstadthimmel
Wie Ihnen auch in der City fantastische Astroaufnahmen gelingen

60463

4 196046 130650 6 08

Oliver Dreissigacker
Redaktionsleiter

Inflation der Exoplaneten

Liebe Leserinnen und Leser, jede Woche vermelden die Planetenjäger einen neuen Rekord bei der Suche nach einer zweiten Erde oder einem der heißesten, sonnennächsten, wasserhaltigen Wandelsternen. Auch der Satellit Corot, der Ende letzten Jahres startete, trägt mittlerweile dazu bei (S. 12 und AH November 2006, S. 14).

Die Wissenschaftler gehen mit unterschiedlichen Strategien vor. Arnaud Cassan und Robert Schmidt vom Astronomischen Recheninstitut des Zentrums für Astronomie der Universität Heidelberg erklären jene Methoden in ihrem Artikel (S. 16). Wenn Sie diese Ausgabe in Händen halten, wird es in vielen Kategorien schon wieder neue Rekordhalter geben.

Im Internet halten wir Sie jedoch durchgehend auf dem neuesten Stand. Über den RSS-Feed (astronomie-heute.de/artikel/865248) werden Sie innerhalb von Minuten informiert, sobald eine ASTROnews oder ein anderer neuer Beitrag auf unseren Webseiten verfügbar ist. Falls Sie es etwas altmodischer mögen – kein Problem: Maike Pollmann stellt für Sie jeden Freitag einen Newsletter mit den wichtigsten Beiträgen der Woche zusammen. Unter der Adresse astronomie-heute.de/newsletter können Sie dieses und andere kostenlose Mailings abonnieren.

Wenn Sie sich speziell für Exoplaneten interessieren, dann schauen Sie doch in unser neues Online-Dossier! Unter astronomie-heute.de/exoplaneten finden Sie nicht nur die Nachrichten zum Thema, sondern auch die Heftartikel, Internetberichte und Forscheraufsätze aus den Redaktionen von Sterne und Weltraum, spektrumdirekt und ASTRONOMIE HEUTE.

Sie wollen, wie unser Leser Ulrich Beinert (S. 62), selbst einen Beitrag verfassen? Kein Problem! Senden Sie uns eine – möglichst auch bebilderte – Reportage zu Ihrem astronomischen Urlaubserlebnis! Die interessantesten Einsendungen werden in Sterne und Weltraum oder in ASTRONOMIE HEUTE abgedruckt; dem Verfasser des besten Artikels winkt ein Reisegutschein im Wert von 1000 Euro (mehr auf S. 95). Viel Spaß beim Schreiben, aber zunächst: Viel Spaß beim Lesen dieser Ausgabe!

Herzlichst Ihr

DAVID A. AGUILAR, HARVARD CFA

Exoplaneten: Wann werden Astronomen die »zweite Erde«finden?

ULRICH BEINERT

Wenn einer eine Reise tut … schreibt er einen Artikel – und gewinnt!

INHALT

WISSEN

Astro News 10
Ein Ring aus Dunkler Materie, ein extrem heißer Exoplanet, eine womöglich tote Schwester-Erde u. v. a.

▶ **Exoplaneten** 16
Können wir Planeten anderer Sonnen finden, die der Erde gleichen?

Flamsteeds Sternatlas 22
Ein Astronom prägt mit seinem Werk die Himmelskartografie

▶ **Lichtverschmutzung** 30
Wie die künstliche Aufhellung der Nächte unser Leben beeinträchtigt

Barnards Milchstraße 38
Vor 100 Jahren wurde ein Autodidakt zum Pionier der Astrofotografie

BEOBACHTUNG

Südhimmel 46
Unsere nächsten Nachbarn stehen alle auf der südlichen Himmelshalbkugel

Feldstechertipp 49
Sechs Richtige im Sommerlotto

Schauplatz Mond 50
Bei Vollmond gibt es nichts zu sehen? Von wegen!

Deep Sky 54
Herkules hat mehr zu bieten als nur einen prächtigen Kugelsternhaufen

Sterntafel 56
Der mitternächtliche Sternhimmel in der Übersicht

Planetarium 58
Sommerliches Milchstraßenmeer: Beobachtungsziele noch und nöcher!

SZENE

Unterwegs 62
Arizona hat viel zu bieten: etwa berühmte Teleskope, weise Indianer und Furcht erregende Stürme. Lesen Sie den zweiten Teil unserer Serie »Der Himmel über Arizona«

Nachgeschaut 68
Mit Papier und Bleistift können Sie die Veränderungen auf der Sonne ohne großen Aufwand dokumentieren

Die auf der Titelseite angekündigten Themen sind mit ▲ gekennzeichnet

30

Wenn der Tag nie endet

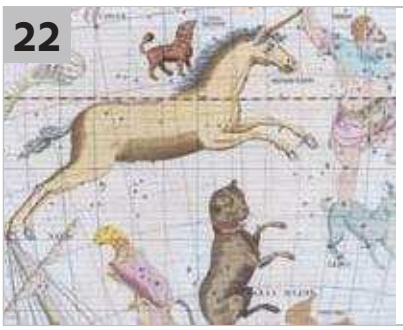
In den Industrieländern zerstrahlen zahllose Lampen die nächtliche Finsternis – und nehmen uns ein Stück Natur

TITEL

16

Auf der Suche nach den Exoplaneten –
mit welchen Methoden die Astronomen nach fernen Welten fahnden

22



Berühmte Sternkarten
Der Engländer John Flamsteed erfasste im »Atlas Coelestis« mehr Sterne als alle seine Vorgänger

wis
wissenschaft in die schulen!

38

Barnards Bilderbuch
In Edward Emerson Barnards fantastischen Milchstraßen-Aufnahmen sind Dunkelwolken zu sehen, die noch heute seinen Namen tragen

62

Kein Militär, keine Geschäfte, kein Alkohol – die Indianer in Arizona wussten, worauf es bei einer Sternwarte ankommt

74

Liebesgrüße aus Moskau
Wir testeten den »Mirage 7«, ein Maksutow-Cassegrain-Teleskop mit sieben Zoll Öffnung

84

Astrofotografie in der Stadt – Teil 2
Wie Sie am PC die Lichtverschmutzung aus Ihren Bildern herausrechnen können

TIPPS

Testreport 74
Der »Mirage 7«, ein russischer Maksutow-Cassegrain von STF

Neuheiten 78
Interessante Instrumente für Ihren nächsten Astrourlaub

Glanzlichter 80
Die schönsten Bilder unserer Leser

▶ **Astrofotografie** 84
So beseitigen Sie am Computer die Effekte der Lichtverschmutzung

AH-Junior 88
Sonja und Lunic unternehmen einen Rundflug um Jupiter

Bücher 92

TV & Events 94
Fernsehtipps und Veranstaltungshinweise

Editorial 3 • Leserbriefe 7 • Leser fragen – Experten antworten 9 • Leser-Schreibwettbewerb 95 • Kleinanzeigen 96 • Astromarkt 97 • Vorschau / Impressum 98

Titelbild: Der Exoplanet Gliese 581 c ist von den bisher gefundenen unserer Erde am ähnlichsten

Titelillustration: Eso; unten links: Nasa; unten rechts: Mark Achterberg

Dossier Planetensysteme

Erstmals vor neun Jahren haben Astronomen an unserem Nachthimmel einen Stern identifiziert, der von mindestens einem Planeten umrundet wird. Infolge dieser Entdeckungen erscheint auch unser eigenes Planetensystem in einem ganz neuen Licht. Die Beiträge dieses SuW-Dossiers beschreiben die Methoden der Planetenjagd, schildern die ersten Befunde und führen die noch kaum erforschte Welt der extrasolaren Planeten ein

www.astronomie-heute.de/artikel/849238

ONLINE

spektrumdirekt
Die Wissenschaftszeitung im Internet

Exoplaneten

Früher war der Glaube an die Existenz von Planeten um ferne Sterne eine Domäne der Sciencefiction-Autoren. Dann aber machten immer ausgefeiltere Mess- und Spähtechniken aus der Sache des Glaubens eine des genauen Hinschauens – und siehe da: Exoplaneten kreisen offenbar in allen Ecken der Galaxis

spektrumdirekt.de/exoplaneten

Astro-Newsletter gestartet

Die Redaktionen der Zeitschriften ASTRONOMIE HEUTE und Sterne und Weltraum bieten seit Anfang Mai einen neuen Service für alle Astronomie-Begeisterte: den Astro-Newsletter. Jetzt registrieren unter

astronomie-heute.de/newsletter

Riesenteleskop

Das Large Binocular Telescope (LBT) hat Ende letzten Jahres seinen zweiten Spiegel erhalten. Seit Kurzem ist auch die erste Generation Kameras einsatzbereit. Mit diesen gelangen Beobachtungen, die in der Juli-Ausgabe von Sterne und Weltraum vorgestellt werden

suw-online.de

Das Rätsel des Methans

Es könnte auf Leben hindeuten oder auf eine ungewöhnliche geologische Aktivität: Dass Methan in den Atmosphären des Planeten Mars und des Saturnmonds Titan vorkommt, ist eines der faszinierendsten Rätsel des Sonnensystems

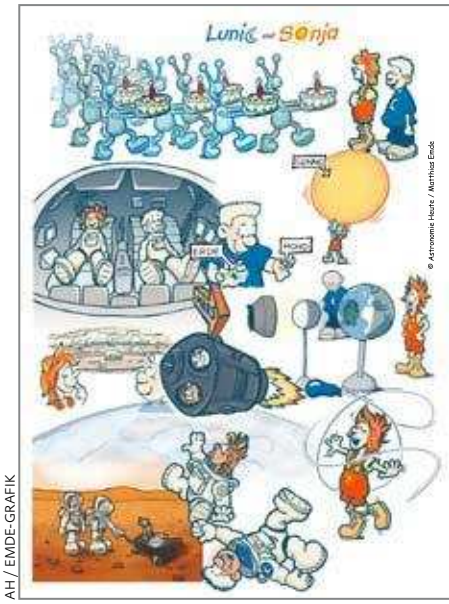
spektrum.de

Kosmopod

Das Neueste aus den Redaktionen von ASTRONOMIE HEUTE und Sterne und Weltraum finden Sie wie immer als MP3-Datei zum Herunterladen unter kosmopod.de

Himmel und Erde 2008

Auch für das Jahr 2008 gibt es ihn wieder: den Bildkalender Himmel und Erde. Astronomen präsentieren darin ihre schönsten Aufnahmen des gestirnten Himmels in beeindruckendem Großformat. Das Kalendarium bietet wichtige Hinweise zu den herausragenden Himmelsereignissen 2008 und erläutert auf einer Extraseite alle auf den zwölf Monatsblättern des Kalenders abgebildeten Objekte spektrum.de/kalender08



AH / EMDE-GRAFIK

Alles Gute zum ersten!

Unsere Leserin Sonja Gänslein hatte vor einiger Zeit angefragt, ob es Lunic und Sonja auch als Buch zu kaufen gäbe (AH 5/2007, S. 8). Sie wollte es ihrem Enkel Lunic schenken, der Ende Mai seinen ersten Geburtstag feiert. Matthias Emde, der die Figuren zeichnet, freute sich sehr über diese Fanpost und bedankte sich mit einer Collage.

Astronomische »Metalle«

Meine Chemielehrerin will mir nicht glauben, dass Astronomen alle Elemente außer Wasserstoff und Helium als Metalle bezeichnen. Ich will Sie deshalb bitten, mir das nochmals zu bestätigen und mir zu erklären, wieso das so ist.

Andreas Pahler, Aichtal

Antwort der Redaktion:
Der Grund für diese besondere Bezeichnung ist, dass die meiste »normale«, also nichtdunkle Materie zu 98 Prozent aus Wasserstoff und Helium besteht. Nur zwei Prozent entfallen auf den ganzen Rest. Diese Elemente werden pauschal Metalle genannt. Näheres zu diesem Thema steht im Artikel »Heavy Metal« von Rudolf Kippenhahn (AH Mai/Juni 2003, S. 64) oder bei Wikipedia (de.wikipedia.org/wiki/Metalle). Auch in jedem Astronomie-Lexikon müsste eine gleich lautende Definition zu finden sein.

Planetenbahnen

Ich las, dass Neptun und Uranus vor mehr als zehntausend Jahren etwas weiter entfernte Bahnen eingenommen haben sollen. Gibt es dafür Belege?

Klaus Deistung, Wismar

Antwort von Ulrich Bastian, Astronomisches Recheninstitut, Heidelberg:
Würde nur die Schwerkraft der Sonne auf die Planeten wirken, dann würden sie auf immer gleichen Ellipsenbahnen kreisen. In Wahrheit ändern sich die Bahnen aller Planeten wegen der Schwerkraftwirkung der jeweils anderen Planeten ständig ein bisschen. Auch die Größe der Erdbahn ändert sich fortlaufend ein wenig. Beobachterische Belege für die Zeit von vor zehntausend Jahren gibt es natürlich nicht. Heute ist es aber möglich, die Bewegung der Planeten über diesen und sogar noch über deutlich längere Zeiträume hinweg mit großer Präzision zurück- oder vorauszuberechnen.

Ob vor gut zehntausend Jahren die Bahnen von Uranus und Neptun etwas größer oder kleiner waren als heute, ist von keinerlei Bedeutung und ließe sich durch das Auslesen der entsprechenden Werte aus einer solchen Rechnung, einer Ephemeride, feststellen. Als Referenz gelten heutzutage die des Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, USA, und die des Institut de Mécanique Céleste et de Calcules des Ephémérides in Paris.

Bitte weitersuchen!

»Gashüllen ferner Planeten sind staubtrocken«, AH 5/2007, S. 12

Die großen Leistungen der Forscher verblüffen mich sehr. Erst seit Kurzem ist es möglich, extrasolare Begleiter zu beobachten. Es ist nur noch eine Frage der Zeit, bis die erste »zweite Erde« direkt gesichtet wird. Sehr schade ist, dass die Nasa ihren Terrestrial Planet Finder gestrichen hat. Darum hoffe ich auf eine Unterstützung durch private Sponsoren.

Andreas Faessler, Dornach, Schweiz

Ein T-Shirt
mit Botschaft

Sowohl »Pioneer 10« als auch »Pioneer 11« haben eine vergoldete Plakette an Bord – für den Fall, dass intelligente Außerirdische die Sonde dereinst finden sollten. Unser T-Shirt Pioneer zeigt diesen originellen »Gruß von der Erde«: Zu sehen sind unter anderem ein Diagramm des Sonnensystems (unten), ein Hyperfeinstruktur-Übergang des Wasserstoffatoms (oben) sowie die Position der Sonne relativ zu 14 Pulsaren und dem Zentrum der Milchstraße (links).
Farbe: weiß ; Größe XL, 100 % Baumwolle.
Preis: 14,50 € (zzgl. Versand). Diese und weitere Geschenkideen finden Sie unter

www.spektrum.de/lesershop

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH | Slevogtstraße 3–5 | 69126 Heidelberg | Tel 06221 9126-743 | Fax 06221 9126-751 | service@spektrum.com

Spektrum DER WISSENSCHAFT Wissen aus erster Hand

ILLUSTRATION: ESO

Der rote Zwergstern Gliese 581 besitzt einen erdähnlichen Exoplaneten (vorn).

Zweite Erde entdeckt?

»Erster bewohnbarer Planet gefunden« AH 6/2007, S. 13; siehe auch Astro News, S. 11

Terras große Schwester

Es ist beeindruckend, wohin es die Astronomen gebracht haben! Abseits allen Trubels um Börsenwerte kommen sie seltener ins Bewusstsein und doch mitten ins Herz, in die Fantasie eines jeden Menschen. Ihr kleiner Kommentar lässt die Begeisterung über diese Entdeckung aus den Zeilen springen. Schön und zugleich berührend! Ich freue mich mit den Entdeckern!

Reto Schneider, Hamburg

Früher als erwartet?!

Vor einem Jahr habe ich im Fernsehen eine wissenschaftliche Sendung verfolgt. Experten diskutierten darüber, ob es in unserer Galaxie erdähnliche Exoplaneten gibt. Ein Wissenschaftler meinte pessimistisch: »Es ist sehr unwahrscheinlich, dass die Menschheit in den nächsten zwanzig bis vierzig Jahren oder je eine zweite Erde finden wird!« Nachdem ich von den Neuigkeiten erfahren habe, war ich positiv überrascht. Auch ein wenig Schadenfreude über manche allzu negativen Prognosen von Experten kam in mir hoch! Früher als erwartet hat die Menschheit einen kleinen Hinweis auf mögliches Leben da draußen gefunden! Die Bedeutung dieser Entdeckung und ihrer Folgen dürfen nicht unterschätzt werden!

Mario, Fürstenfeld

Bewohnbarer Exoplanet?

Es ist gut, dass ein erdähnlicher Planet gefunden wurde. Sicher werden im Lauf der Zeit noch mehr entdeckt werden.

aus Ruhla, per E-Mail

Erst der Anfang

Ich bin mir gar nicht sicher, ob den meisten bewusst ist, was man da entdeckt hat! Vor einigen Jahren kannte man noch keine Planeten außerhalb unseres Sonnensystems. Diese Entwicklung ist rasant und faszinierend zugleich. Mal schauen, was als Nächstes kommt!

Peter Kraus, per E-Mail

Breites Interesse?

So eine erstaunliche Meldung – ein weiterer eventuell bewohnbarer Planet in unserer Galaxie! Und was hört und sieht man darüber in den Nachrichten (Stand: 25. 4., Anm. d. Red.)? Nichts! Wir leben in einer Gesellschaft, in der Fußballergebnisse oder News über Promis wichtiger sind als Nachrichten, die für die Menschheit langfristig und damit vielleicht auch überlebenstechnisch von höchstem Interesse sein müssten – ganz abgesehen von ihrem wissenschaftlichen Wert.

Richard, Freiberg

Antwort der Redaktion:
Die Kollegen der Medien sind schon auf das Thema angesprungen. Die Meldung war beispielsweise am 25. April jede halbe Stunde in den Nachrichten das ARD/ZDF-Morgenmagazins.

Kompliment

Ich bin höchst beeindruckt von dem neuen, fast nur erdgroßen Exoplaneten in zwanzig Lichtjahren Entfernung. Das ist eine weitere riesig große menschliche Leistung und Errungenschaft. Ich gratuliere recht herzlich all den Wissenschaftlern, Astronomen, Ingenieuren, Technikern und Forschern, die nach neuen Planeten und nach Leben im All suchen.

Andreas Faessler, Dornach, Schweiz

Kleine Korrektur

Die Meldung hat in den Medien ordentlich eingeschlagen, was zeigt, dass das Interesse der Menschen erfreulicherweise doch über Fußball und Börsenkurse hinausgeht! Die Entdeckung wurde allerdings mit dem Eso-Veteranen, dem 3,6-Meter-Teleskop auf La Silla, gemacht, und nicht mit dem moderneren NTT, was zeigt, dass auch alte Teleskope bei entsprechender Pflege zu sensationellen Entdeckungen gut sein können.

Gero Rupprecht, Eching

Weitere Einsendungen finden Sie auf unserer Homepage!

Sie können Ihre Leserbriefe im Internet unter astronomie-heute.de in ein Formular direkt unter dem jeweiligen Artikel eintragen. Diesen erreichen Sie über die Menüeinträge »Aktuelle Ausgabe« (Inhaltsverzeichnis), »Archiv« (Heftverzeichnis) oder durch Anklicken des Covers der Ausgabe.

Falls Sie Anregungen haben, können Sie diese unter astronomie-heute.de/leserbriefe eingeben. Oder Sie schreiben wie bisher per Post, Fax oder E-Mail an:

ASTRONOMIE HEUTE
Postfach 10 48 40
69038 Heidelberg
Fax: 06221 9126-769
E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de

Wir behalten uns vor, Leserbriefe gekürzt zu veröffentlichen.

EXPERTENFRAGE

»Leser fragen – Experten antworten«

Warum erscheinen uns sehr weit entfernte Galaxien im Vergleich zu viel näher gelegenen am Himmel deutlich größer? Manuel Scholian, Rombach, Schweiz

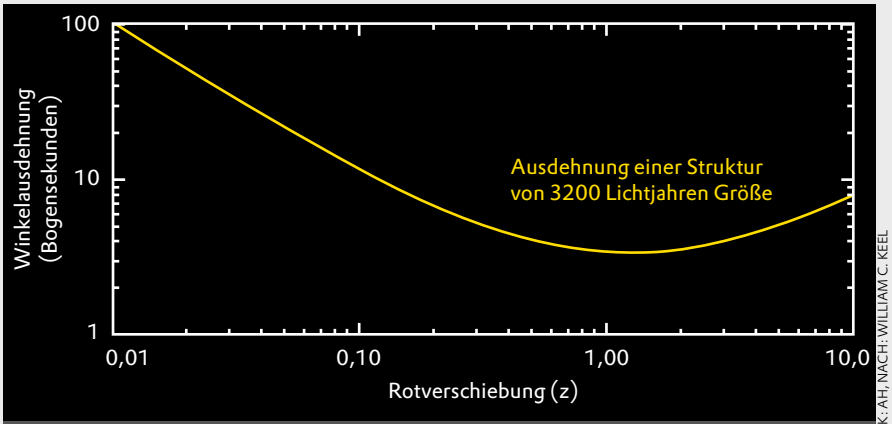
Aus Erfahrung wissen wir, dass weit entfernte Gegenstände kleiner aussehen, je weiter sie von uns entfernt sind. Das ist auch von Interesse für Astronomen, weil sie die Struktur entfernter Himmelsobjekte auflösen wollen. Die Anordnung aus Beobachter und linkem sowie rechtem Rand eines ausgedehnten Objekts kann man als rechtwinkliges Dreieck darstellen und mittels Trigonometrie folgern, dass die wirkliche Größe R eines Objekts im Abstand D uns unter einem kleinen Winkel erscheint, der zum Verhältnis aus R und D proportional ist. Die Astronomen nennen dies die Winkelausdehnung oder »scheinbare Größe« und messen sie in Einheiten von Bogensekunden (1 Grad = 60 Bogenminuten = 3600 Bogensekunden).

All das basiert auf der aus der Schule bekannten euklidischen Geometrie und einem unveränderlichen Raum. Nach Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie sind Raum und Zeit nicht unabhängig voneinander, sondern bilden ein Kontinuum: die »Raumzeit«. Das ganze Universum kann als Raumzeit beschrieben werden. 1929 wurde experimentell durch Hubble und Slipher entdeckt, dass sich diese ausdehnt: Wir leben in einem expandierenden Weltall.

Diese Expansion beeinflusst die Entfernung der Objekte und damit ihre scheinbare Größe. Je weiter das All expandiert, umso stärker wird die Entfernung zu einem Objekt gestreckt. Das lässt sich mit der kosmologischen Rotverschiebung z ausdrücken: Bei hoher Rotverschiebung (entsprechend früheren kosmischen Phasen) wurde die Entfernung noch nicht so stark gestreckt wie bei kleiner Rotverschiebung.

Eine genaue Berechnung im Rahmen von Einsteins relativistischer Kosmologie ergibt, dass die Entfernung, als das Licht vom Objekt abgestrahlt wurde, proportional zu $(1+z)^{-2}$ ist. Entsprechend wächst die Winkelausdehnung mit dem Faktor $(1+z)^2$. Sie nimmt also mit der Rotverschiebung zu! Diesen Effekt nennen die Astronomen die »fokussierende Eigenschaft des expandierenden Universums«. Er nimmt nicht nur Einfluss auf Galaxien, sondern auf alle ausgedehnten Objekte in den Tiefen des Alls wie etwa Galaxienhaufen oder Jets. **>> Andreas Müller**

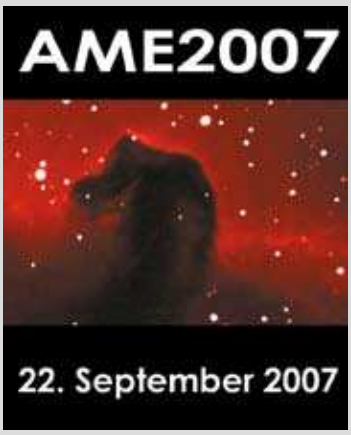
Der Autor erforscht Schwarze Löcher am MPI für Extraterrestrische Physik in Garching. Ein Blick in sein Astro-Lexikon (mpe.mpg.de/~amueller/lexdt.html) lohnt sich!



GRAFIK: AH, NACH: WILLIAM C. KEEL

Die scheinbare Größe eines Objekts nimmt bis etwa z = 1 ab, darüber wieder zu.

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um Antwort und stellen die interessantesten Beiträge vor.



2. Internationale Astronomie-Messe

- **Rahmenprogramm**
  Vorträge mit: Joachim **Biefang**, Otto **Guthier**, Prof. Dr. Rudolf **Kippenhahn**, Isabel Rica **Mendez,** Prof. Dr. Hanns **Ruder,** Stefan **Seip**

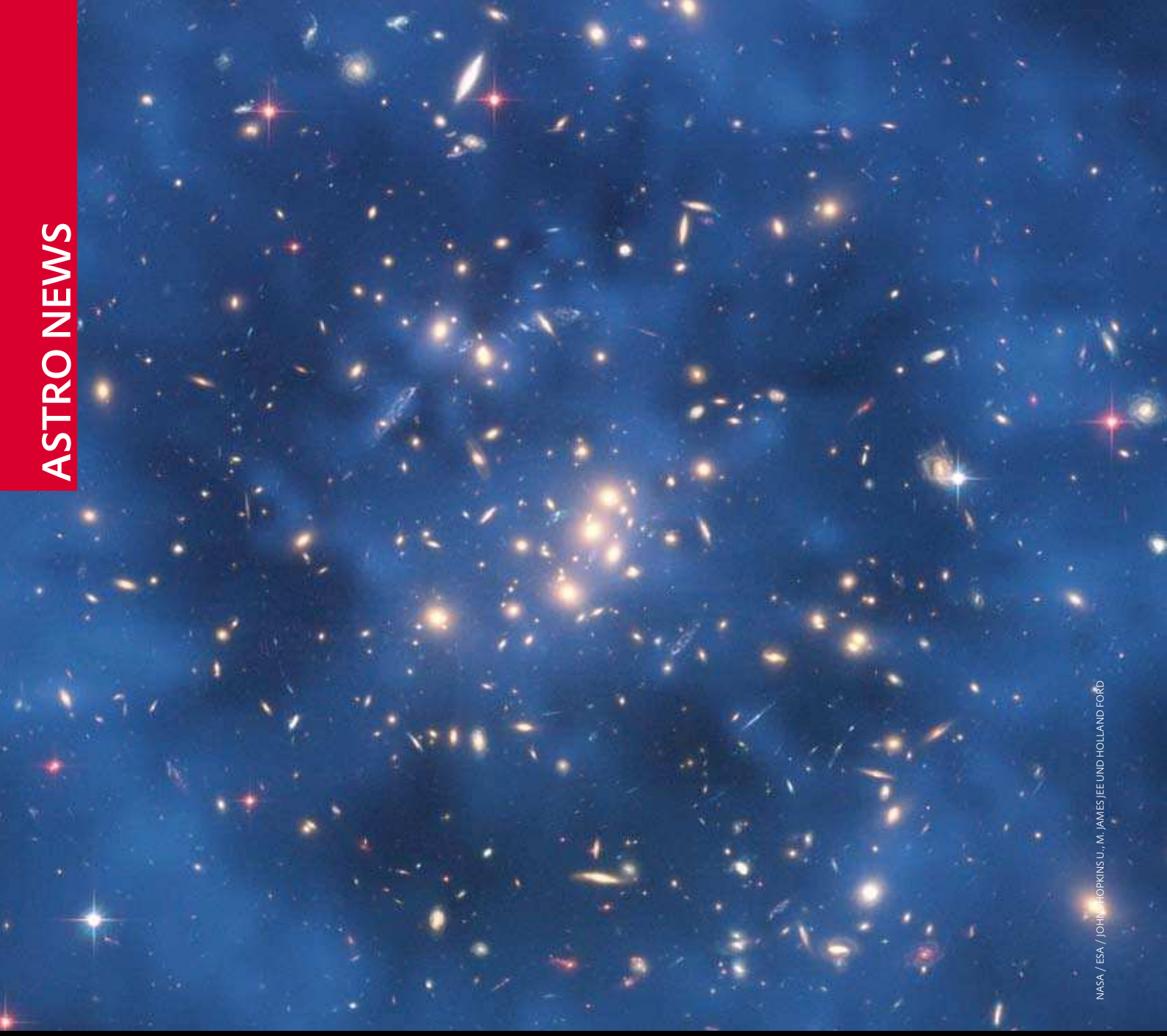
  ganztägig zu sehen: Ausstellung Kalender 2008, Einsteinmobil, mobile Sternwarte, rollender Unimog, ein für Sonnenfinsternisexpeditionen umgebauter Jeep, Sonnenbeobachtung auf dem Freigelände, Bau einer Sternwarte im Garten (mit Kuppel)

- **Ab 79 Euro zur AME2007**
  Schnell, bequem und günstig bringt Sie die Deutsche Bahn AG zur Astronomie-Messe nach VS-Schwenningen. Buchbar ist das Angebot unter der Hotline 01805 - 31 11 53 mit dem **Stichwort: Astronomie- Messe**, 14ct/min. aus dem Festnetz der Dt.Telekom AG

- **Alles auf einen Blick**
  finden Sie in unserem Flyer. Fordern Sie Ihr Exemplar an. Vereine und Sternwarten erhalten größere Stückzahlen von uns gerne zugeschickt. Tel.: 0711-344680 (Frau Küchler). Der Flyer steht auch zum Download auf unserer Website.

- **Wann / Wo?**
  22. September 2007
  Messegelände 78054 VS-Schwenningen
  – direkt an der Autobahn
  – über 6000 Parkplätze direkt vor Ort
  – 15 Gehminuten vom Bahnhof
  Wir bieten einen kostenlosen Shuttle-Service zwischen dem Bahnhof Schwenningen und dem Messegelände. Bitte rechtzeitig anmelden!

www.astro-messe.de



NASA / ESA / JOHNS HOPKINS U., M. JAMES JEE UND HOLLAND FORD

HUBBLE-AUFNAHME

Ein Ring aus Dunkler Materie

Ein internationales Astronomenteam hat mit Hilfe des Weltraumteleskops Hubble einen Ring aus Dunkler Materie entdeckt. Er entstand vor langer Zeit, als zwei Galaxienhaufen zusammenstießen. Ungewöhnlich ist, dass die Dunkle Materie in dem Ring eine völlig andere Verteilung besitzt als die umgebenden Galaxien und Gaswolken aus »gewöhnlicher« Materie.

Forscher vermuten schon seit Langem, dass eine bislang rätselhafte Materieform existiert, die mit »normalem« Stoff nur über die Schwerkraft wechselwirkt. Diese so genannte Dunkle Materie muss es geben, andernfalls würden die Galaxienhaufen auseinanderfliegen: Die Gravitationswirkung der normalen, sichtbaren Materie reicht nicht aus, um die Haufen zusammenzuhalten.

Der jetzt entdeckte Ring ist der bisher stärkste Beweis dafür, dass die Dunkle Materie tatsächlich existiert. Er befindet sich im Galaxienhaufen ZwCl 0024+1652, etwa fünf Milliarden Lichtjahre von der Erde entfernt. Sein Durchmesser beträgt 2,6 Millionen Lichtjahre. Die Forscher fanden den Ring, als sie die Massenverteilung innerhalb des Haufens untersuchten. Dunkle Materie ist nicht direkt sichtbar, aber sie verrät sich, weil sie mit ihrer Schwerkraft Lichtstrahlen krümmt. Das führt aus Sicht eines Beobachters zur Verzerrung des hinter ihr liegenden Sternhimmels.

Überrascht waren die Astronomen davon, dass die Dunkle Materie in dem Ring komplett anders verteilt ist als die umgebende gewöhnliche Materie. Normalerweise treten die beiden Stoffsorten gemeinsam auf, weil sie sich mit ihrer Schwerkraft gegenseitig anziehen. <<

Leben auf Gliese 581 c doch keine Aliens?

Nachdem die europäische Südsternwarte Eso vor wenigen Wochen den Fund des erdähnlichen Exoplaneten Gliese 581 c gemeldet hatte (siehe AH 6/2007, S. 13), überschlugen sich die öffentlichen Reaktionen. Viele Medien handelten den Himmelskörper, dessen Oberflächentemperaturen zwischen null und vierzig Grad Celsius liegen und auf dem es flüssiges Wasser geben könnte, bereits als Heimat von Außerirdischen. Mittlerweile äußern einige Forscher aber starke Zweifel daran.

Zwei von ihnen sind Helmut Lammer und Maxim Khodachenko, beide vom Institut für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Graz. Sie gehören zu insgesamt 18 Wissenschaftlern, die in den letzten drei Jahren vom International Space Science Institute (ISSI) in Bern gefördert wurden, um die biologische Evolution auf Exoplaneten zu untersuchen. »Höheres Leben hätte sich auf einem Planeten wie Gliese 581 c nicht entwickeln können«, so Lammer gegenüber der Tageszeitung »Die Presse«.

Er führt vor allem zwei Argumente an, die sich auf den geringen Abstand zwischen dem Planeten und seinem Zentralstern beziehen. Weil der Trabant sehr eng um seine Muttersonne kreist, so Lammer, dürfte er vermutlich eine gebundene Rotation aufweisen – er wende seiner Sonne also wahrscheinlich immer dieselbe Seite zu. Das bedeute aber, dass das flüssige Innere des Planeten nicht durchgewalkt wird und nicht verwirbelt. Deshalb käme kein Geodynamo in Gang und der Planet bilde kein starkes Magnetfeld aus. Damit aber wäre er dem Bombardement aus geladenen Teilchen und energiereicher Strahlung, das von dem nahen Stern auf ihn einprasselt, schutzlos ausgeliefert.

Die gebundene Rotation hat Lammer zufolge noch einen weiteren Nachteil: Falls der Exoplanet eine Atmosphäre besitzt, dürften auf ihm – wegen des großen Temperaturunterschieds zwischen Tag- und Nachtseite – extreme Winde wehen. Beide Probleme seien für Exoplaneten, die um Rote Zwerge kreisen, typisch. Wegen der geringen Leuchtkraft dieser Sonnen müssten Exoplaneten recht eng um sie kreisen, damit ihre Oberflächentemperaturen die Existenz von flüssigem Wasser erlauben.

Falls es bei Gliese 581 c überhaupt eine Oberfläche gibt, ergänzt David Charbonneau, Exoplanetenjäger in Harvard, gegenüber der Fachzeitschrift »Nature«. Denn noch sei ungewiss, ob es sich bei dem Planeten um eine Super-Erde oder einen Sub-Neptun handelt. Neptun ist ein Gasplanet mit der 17-fachen Masse der Erde und ihrem 58-fachen Volumen. Ein solcher Himmelskörper hat keine feste Oberfläche, auf der sich Leben ansiedeln könnte.

ILLUSTRATION: ESO

Ist da wer? Der Exoplanet Gliese 581 c hat nur die fünffache Masse der Erde und eine ähnliche Oberflächentemperatur wie sie. Das legt die Vermutung nahe, dass es auf ihm Leben geben könnte. Doch manche Forscher bezweifeln das.

Von welcher Beschaffenheit Gliese 581 c denn nun ist, werden die Forscher erst wissen, wenn sie seinen Durchmesser kennen. Und genau den versucht Dimitar Sasselov, ein Kollege von Charbonneau, seit einigen Wochen zu ermitteln. Mit dem kanadischen Weltraumteleskop Most – dem kleinsten der Welt; der 60-Kilogramm-Satellit hat nur die Größe eines Reisekoffers – will er einen Vorüberzug des Planeten vor seinem Zentralstern beobachten.

Fest steht jedenfalls, dass das ferne Sonnensystem, in dem Gliese 581 c kreist, noch lange Zeit von großem Interesse sein wird. <<

EXOPLANETEN II

Erste Daten von Corot

Der Planetenjäger Corot meldet seinen ersten Fang. Er hat einen Himmelskörper mit 1,3 Jupitermassen und dem knapp zwanzigfachen Erddurchmesser aufgespürt. Der Exoplanet mit der prosaischen Bezeichnung Corot-Exo-1b kreist um einen 1500 Lichtjahre entfernten, sonnenähnlichen Stern. Für einen Umlauf benötigt er lediglich 1,5 Tage. Corot-Exo-1b ist somit ein Heißer Jupiter – ein aufgeblähter Gasriese in einem engen, ungemütlich heißen Orbit.

Die Entdeckung wurde an der Wiener Uni-Sternwarte präsentiert. Das 300 Kilogramm schwere, französische Weltraumteleskop Corot (siehe AH 11/2006, S. 14) startete am 27. Dezember 2006 ins All. Unter der Beteiligung Deutschlands, Österreichs, Belgiens, Spaniens und Brasiliens sowie der Esa als überstaatlicher Organisation überwacht Corot gleichzeitig 12000 ferne Sonnen. Das Teleskop peilt für jeweils 150 aufeinanderfolgende Tage eine Region im Sternbild Einhorn oder ein Gebiet zwischen Adler, Schild und Schlange an. Verringert sich die Helligkeit eines Gestirns regelmäßig für jeweils mehrere Minuten oder Stunden, deutet das auf einen umlaufenden Exoplaneten hin. Dieser zieht dann nämlich – von uns aus gesehen – periodisch vor seiner Sonne vorbei, wobei er jedes Mal einen Teil ihrer gleißenden Scheibe bedeckt. Astronomen nennen einen solchen Vorüberzug »Transit«.

Um den Transit unserer Erde vor der Sonne zu sehen, müssten Außerirdische die Sonnenhelligkeit mit einer Genauigkeit von 0,008 Prozent überwachen. Größere Planeten wie Jupiter oder Saturn vermindern die Helligkeit der Sonne zwar bereits um ein Hundertstel, wenn sie vor ihrer gleißenden Scheibe vorüberziehen – allerdings nur alle zwölf beziehungsweise 29 Jahre. Deshalb wird bei der Transitmethode eine möglichst unterbrechungsfreie Überwachung angestrebt, das heißt ohne Störung durch den irdischen Tag-Nacht-Rhythmus. Das ist nur vom All aus möglich. Im Weltraum können die Beobachtungsinstrumente zudem ihre Leistungsfähigkeit besonders gut ausspielen, weil ihre Sicht nicht durch atmosphärische Turbulenzen beeinträchtigt wird.

CHRISTIAN PINTER

Die Empfangsantenne für die Daten von Corot an der Wiener Uni-Sternwarte

Während der nächsten zweieinhalb Jahre werden Corot voraussichtlich hunderte weitere Exoplaneten ins Netz gehen. Neben den leichter nachzuweisenden Gasriesen hoffen die Forscher auf den Fund von dutzenden kleinen erdähnlichen Planeten. Am ehesten fielen solche terrestrischen Trabanten im Umfeld Roter Zwerge auf. Denn dort reicht schon ein Himmelskörper von bescheidener Größe, um die Sternoberfläche spürbar zu bedecken. <<

SCHWARZE LÖCHER

Zwei ferne Massemonster

Mit Hilfe von adaptiver Optik haben Astronomen am Keck Observatory auf Hawaii zwei supermassereiche Schwarze Löcher aufgespürt. Den Forschern gelang es, die exakten Positionen und Umgebungen der Massemonster zu bestimmen. Demnach sind die Schwarzen Löcher 300 Millionen Lichtjahre von uns entfernt und befinden sich jeweils im Zentrum einer Galaxie. Die beiden Sternsysteme kollidieren gerade miteinander und verschmelzen dabei.

Die Forschungsarbeiten leitete Claire Max, eine Astrophysikerin an der University of California, Santa Cruz. Max betonte, wie wichtig die adaptive Optik bei den Untersuchungen gewesen sei. Sie habe die Wärmestrahlung des Staubs und die optische Strahlung der Sterne in den beteiligten Galaxien sichtbar gemacht. Außerdem habe sie es ermöglicht, die Röntgen- und Radiostrahlung aus der Umgebung der Schwarzen Löcher zu untersuchen.

Adaptive Optik ist eine Technik, die den Einfluss von atmosphärischen Turbulenzen auf die Bildqualität von Teleskopen verringert. Ein automatisches System überwacht die Position eines Sterns oder künstlichen Leuchtpunkts. Sobald diese schwankt, verändert das System die Optik – etwa durch Verstellen von Spiegeln –, um der Abweichung entgegenzuwirken. Auf diese Weise gleicht das System die durch Luftunruhe entstehenden Bildschwankungen aus. <<

Jetzt auspacken und loslegen: Hervorragende Einsteigerteleskope von Skywatcher

Besonderer Service: DEUTSCHSPRACHIGE ANLEITUNGEN (von uns übersetzt)

Linsenteleskop
70mm Öffnung
700mm Brennweite
AZ-2 Montierung
99,-

Newton-Spiegelteleskop
114mm Öffnung
900mm Brennweite
EQ-2 Montierung
159,-

Newton-Spiegelteleskop
130mm Öffnung
900mm Brennweite
EQ-2 Montierung
189,-

Newton-Spiegelteleskop
150mm Öffnung
1200mm Brennweite
EQ-3 Montierung
299,-

150mm Öffnung
750mm Brennweite
EQ-3 Montierung
329,-

Wir empfehlen Einsteigern zum Teleskop-Kauf ein Buch und eine Sternkarte dazu:

Teleskop 1x1 ... 7,90

Sternkarte ... 12,90

Newton-Spiegelteleskop in Dobson-Bauweise
200mm Öffnung
1200mm Brennweite
Dobson-Konstruktion
299,-

Newton-Spiegelteleskop mit Motorsteuerung
254mm Öffnung
1200mm Brennweite
1389,-

GoTo-Upgrade-Kit V.2
599,-

Jetzt umfangreiche Info-Seiten und Kaufberatung online!

*Neu finden Sie bei uns jetzt ein sehr umfangreiches **Informationsangebot** über fast alles rund um Teleskope und Zubehör:*

- ***FAQ's**: Für die schnelle Beantwortung der brennendsten Einsteigerfragen*
- ***Infoseiten** für Einsteiger: Ausführliche Behandlung diverser Themen wie Aufbau von Teleskopen, Bauweisen etc.*
- ***Spezial-Themen**: Eingehende Behandlung von Schwerpunktthemen*
- ***Aktuelle Beobachtungstipps**: Das "Fernsehprogramm" des Nachthimmels*

Direktlink: www.astroshop.de/teleskope/teleskop-infos

Zubehör-Koffer

Sparen Sie jetzt weit über 100,- € mit diesem einzigartigen Zubehör-Set!

nur 199,-

NEU: Celestron NexStar SE

High Tech GoTo-Teleskope im klassischen Celestron-Design

Hochmoderne Teleskope mit intuitiver "Sky Align"-Technologie, Internet-Upgrade, "Nex Remote" Fernsteuersoftware und dem Sternkartenprogramm "The Sky L1". GoTo-Steuerung, optional mit GPS!

4 SE 675,- 5 SE 1.125,-
6 SE 1.495,- 8 SE 1.980,-

Direktlink: www.astroshop.de/teleskope/celestron

NEU: Sky-Watcher Equinox

Durch Einsatz von **ED-Glas** fast ohne Farbfehler, dafür scharf und kontrastreich. Okularauszug mit 1:10 Mikrountersetzung

ED 66 APO
reduziert 389,-
ED 80 APO
reduziert 649,-

Sehr hochwertig, ultrakompakt: Ideal zum Verreisen und für all diejenigen, die auch tagsüber Naturbeobachtung machen wollen.

NEU: EQ-6 Pro Montierung

*Diese neue GoTo-Montierung von Sky-Watcher setzt **neue Maßstäbe** - jetzt lieferbar einzeln und als Komplett-Teleskop.*

EQ6 Pro 1.599,-
auf 254/1200 2.229,-
auf 150/1200 2.279,-

Visuelle DeepSky-Beobachtung

Dobson Teleskope von GSO
Hochwertige, **riesige Optiken** als günstige Dobsons mit hervorragender Ausstattung: **Crayford-Auszug**, Hauptspiegelbelüftung, 8x30 Sucher *(BCR-Version)*

200/1000	348,-
200/1200 BCR	448,-
250/1250 C	**478,-**
250/1250 BCR	**648,-**
300/1500	698,-
300/1500 BCR	**898,-**

Astroshop.de

Der **Astronomie-Fachversand** mit dem riesigen Sortiment - in unserem komfortablen Online-Shop finden Sie **über 3000 Artikel**. Natürlich bieten wir auch eine **kompetente Beratung** durch unsere erfahrenen Mitarbeiter, die selber engagierte Hobby-Astronomen sind.

www.Astroshop.de

Bresser MESSIER

Hohe Qualität zum kleinen Preis!
Die Teleskope der neuen Bresser MESSIER Serie bieten große Optiken und stabile Montierungen - zu überraschend günstigen Preisen. Tuben aus Metall mit multivergüteten Optiken, **stabile Montierungen und Stahlstative** sowie 2"-Okularauszüge und leistungsfähige Sucher machen das Beobachten zu einem wirklich angenehmen Erlebnis. Mitgeliefert wird ein **umfangreiches Zubehör**, u.a. drei Plössl-Okulare, 2-fach-Barlowlinse und eine LED-Rotlichtlampe.

Reflektoren

N-130	249,-
N-150	429,-

Refraktoren

R-90	249,-
R-102	499,-
R-127L	669,-
R-127S	699,-
R-152S	869,-

Beratung und Bestellung

E-Mail: Service@Astroshop.de
Telefon: +49-(0)8191-91597-3
Fax: +49-(0)8191-91597-4
Ausstellungsräume in Landsberg bei München.

Hervorragende Planetenokulare "designed by TMB"

Diese Okulare sind optimiert für hervorragende Bildschärfe, speziell mit Blick auf die Planetenbeobachtung. Anders als andere Planetenokulare, wie etwa Orthos, haben sie aber einen viel größeren Augenabstand und ein größeres Gesichtsfeld. Das beste ist aber der wirklich hervorragende Preis von 89,- €. Erhältlich in 7 verschiedenen Brennweiten von 2,5mm bis 9mm. Im Set gibt es einen hochwertigen speziell angepassten Alu-Koffer dazu!

mehr unter Direktlink: www.astroshop.de/teleskope/zubehoer/okulare/planetenokulare-1-25--

PC-Okular

Holen Sie Ihre Astro-Aufnahmen auf den PC!

99,-

Weitere Produkte aus dem großen ZUBEHÖR-Programm ...

Weltneuheit: Variabler Color-Filter ersetzt mehr als 8 einzelne Filter
nur 44,-

Digitalkamera-Adapter universal
39,-

Mondfilter zum kontrastreichen und augenschonenden Beobachten des Mondes
14,90

Astro-Solor Sonnenfilterfolie zur Sonnenbeobachtung
19,90

mehr unter Direktlink: www.astroshop.de/teleskope/zubehoer

SONNENSYSTEM

Die Verteilung des unterirdischen Wassereises auf dem Mars

Dicht unter der Oberfläche des Mars schlummert vielerorts Wasser – meist in Form von Permafrostböden. Künftige Astronauten könnten diese Vorkommen anbohren und daraus Trinkwasser und Raketentreibstoff gewinnen.

ESA / MPG, MPS

Die Eisvorkommen unter der Marsoberfläche befinden sich in unterschiedlichen Tiefen – abhängig von der jeweiligen Bodenbeschaffenheit. In steinigen Gebieten liegt das Eis vermutlich einige Dutzend Zentimeter tief, in staubigen Regionen hingegen nur fünf Zentimeter. Zu diesem Schluss kommt Joshua Bandfield von der Arizona State University.

Bandfield nutzte für seine Untersuchungen die Messdaten des Instruments Themis (Thermal Emission Imaging System) an Bord der Nasa-Sonde Mars Odyssey. Themis ist eine spezielle Kamera, die sowohl sichtbares Licht als auch Wärmestrahlung abbildet. Anhand ihrer Aufnahmen untersuchte Bandfield, wie die Oberflächentemperatur des Marsbodens von Tag zu Tag und zwischen verschiedenen Jahreszeiten schwankt. Dabei wählte er solche Gegenden aus, in denen es erwiesenermaßen Untergrundeis gibt.

Aus den Temperaturschwankungen ermittelte Bandfield mit Hilfe theoretischer Modelle, wie tief das Eis liegt. Die regional unterschiedlichen Ergebnisse, die er dabei erhielt, erklärt er mit einer unterschiedlich guten Wärmeisolierung der oberen Bodenschichten. Eine Schicht aus Staub würde zum Beispiel wesentlich besser isolieren als eine Lage aus Steinen. Deshalb könnten Wassereis-Vorkommen in staubigen Gegenden noch sehr dicht unter der Oberfläche existieren, ohne zu verdampfen.

Die Tiefe des marsianischen Untergrundeises ist für künftige Lande-Missionen zum Roten Planeten interessant – etwa für die Nasa-Mission Phoenix, die das Eis direkt anbohren soll. <<

STERNEXPLOSIONEN

Hellste Supernova beobachtet

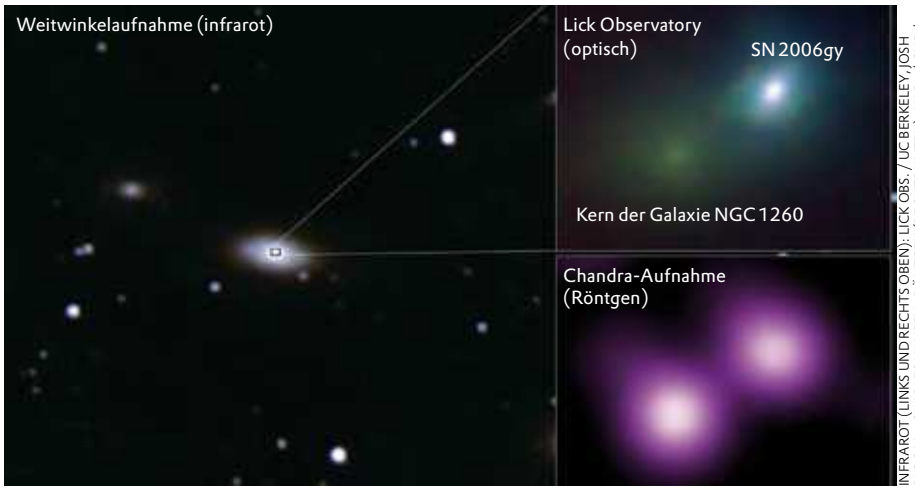
Mit dem Röntgenteleskop Chandra sowie erdgebundenen Teleskopen beobachteten Astronomen um Nathan Smith von der University of California in Berkeley eine Supernova, die etwa fünfmal so hell leuchtete wie jede andere bislang bekannte Sternexplosion. Möglicherweise handelt es sich bei ihr um einen neuen Typ.

Die Forscher entdeckten SN 2006gy im vergangenen September und verfolgen sie seitdem in verschiedenen Wellenlängenbereichen. Fast drei Monate lang leuchtete sie mit maximaler Intensität – mehrfach länger als vergleichbare Ereignisse –, und selbst nach 200 Tagen war sie noch so hell wie eine gewöhnliche Supernova. Aus den gesammelten Daten schließen die Forscher, dass in der 240 Millionen Lichtjahre entfernten Explosion ein Stern unterging, der einst 150 Sonnenmassen in sich vereinte.

In gewöhnlichen Supernovae kollabieren Sterne, weil sie ihren Brennstoff aufgebraucht haben und ihren inneren Strahlungsdruck nicht mehr aufrechterhalten können. Bei der neu entdeckten Supernova vermuten die Wissenschaftler einen anderen Mechanismus. Noch bevor hier der Stern seinen Brennstoff gänzlich aufgezehrt hatte – so die Vermutung –, schleuderte er riesige Mengen an Materie ins All und zerbarst schließlich infolge heftiger Eruptionen. Ein ähnlicher Prozess bahnt sich bei dem 7500 Lichtjahre entfernten Stern Eta Carinae an. Womöglich wird auch er einmal als Supernova enden und dann von der Erde aus sogar tagsüber zu sehen sein.

Astronomen gehen davon aus, dass die ersten Sterne im Universum ebenso viel Masse besaßen wie SN 2006gy. Womöglich beendeten sie ihr Leben in ähnlich explosiver Weise. <<

Tod eines Gestirns War die Supernova SN 2006gy ein bislang unbekannter Typ von Sternexplosion?



INFRAROT (LINKS UND RECHTS OBEN): LICK OBS. / UC BERKELEY, JOSH BLOOM & CHARLES HANSEN; RÖNTGEN (RECHTS UNTEN): NASA / CXC / UC BERKELEY, NATHAN SMITH ET AL.

EXOPLANETEN III

Klima auf Heißen Jupitern erforscht

NASA, JPL / CALTECH

Tageshöchstwerte bis 2000 Grad: Heiße Jupiter machen ihrem Namen alle Ehre.

Neue Messergebnisse an zwei Heißen Jupitern werfen ein Licht darauf, wie das Klima auf solchen Himmelskörpern beschaffen ist. Eine Forschergruppe um Heather Knutson vom Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics erstellte eine Temperaturkarte von der Oberfläche des Exoplaneten HD 189733b – die erste derartige Karte von einem Heißen Jupiter überhaupt. Ein anderes Team um Joseph Harrington von der University of Central Florida entdeckte mit Hilfe des Weltraumteleskops Spitzer den bislang heißesten Exoplaneten, er trägt die Bezeichnung HD 149026b.

Beide Trabanten gehören zu den Transitplaneten, die von der Erde aus betrachtet regelmäßig vor ihrem jeweiligen Zentralgestirn vorüberziehen. Wegen der geringen Entfernung zu ihrem Stern führen sie eine gebundene Rotation durch, das heißt, sie zeigen ihm immer dieselbe Seite. Dadurch heizt diese sich enorm auf, während die andere Hälfte des Planeten in ewiger Nacht liegt. Die stark erhitzte Tagseite gibt große Mengen an Wärmestrahlung ab – und die lässt sich mit einem Infrarotteleskop wie Spitzer messen. Das Problem dabei ist, dass auch der Zentralstern strahlt, und zwar wesentlich stärker als der Planet. Die Astronomen müssen das Signal des Trabanten also von dem des Sterns trennen.

Hier kommt ihnen zugute, dass der Planet regelmäßig hinter seinen Zentralstern taucht, wobei er jedes Mal aus dem Blickfeld verschwindet. Indem die Astronomen den zeitlichen Helligkeitsverlauf um ein fernes Gestirn beobachten, sehen sie die Abstrahlung eines umlaufenden Trabanten als periodisches Blinken – im Gegensatz zur gleichförmigen Grundhelligkeit des Sterns.

So können die Forscher die Wärmeabstrahlung von Exoplaneten ermitteln und daraus auf deren Oberflächentemperatur schließen. Knutson und ihr Team führten solche Messungen an HD 189733b durch. Den Daten zufolge herrschen auf seiner Sonnenseite zirka 930 Grad Celsius, auf der Nachtseite immerhin noch 650 Grad. Auf Grund dieses relativ geringen Unterschiedes gehen die Wissenschaftler davon aus, dass starke Winde die auf der Tagseite absorbierte Energie in der gesamten Atmosphäre des Planeten verteilen – ähnlich wie es auf der Venus geschieht, deren Atmosphäre den Planeten einmal in vier Tagen komplett umrundet (siehe AH 11 / 2005, S. 22).

Mit derselben Technik fanden die Astronomen um Harrington heraus, dass auf der Tagseite von HD 149026b rund 2000 Grad Celsius herrschen. Damit hält der Trabant den Hitzerekord unter den Exoplaneten. Der Planet absorbiere offenbar das gesamte Sternenlicht, das ihn erreicht, so die Forscher. Allerdings würde sich die Wärme vermutlich nicht über den Planeten verteilen, und somit sei die Nachtseite womöglich viel kühler. <<

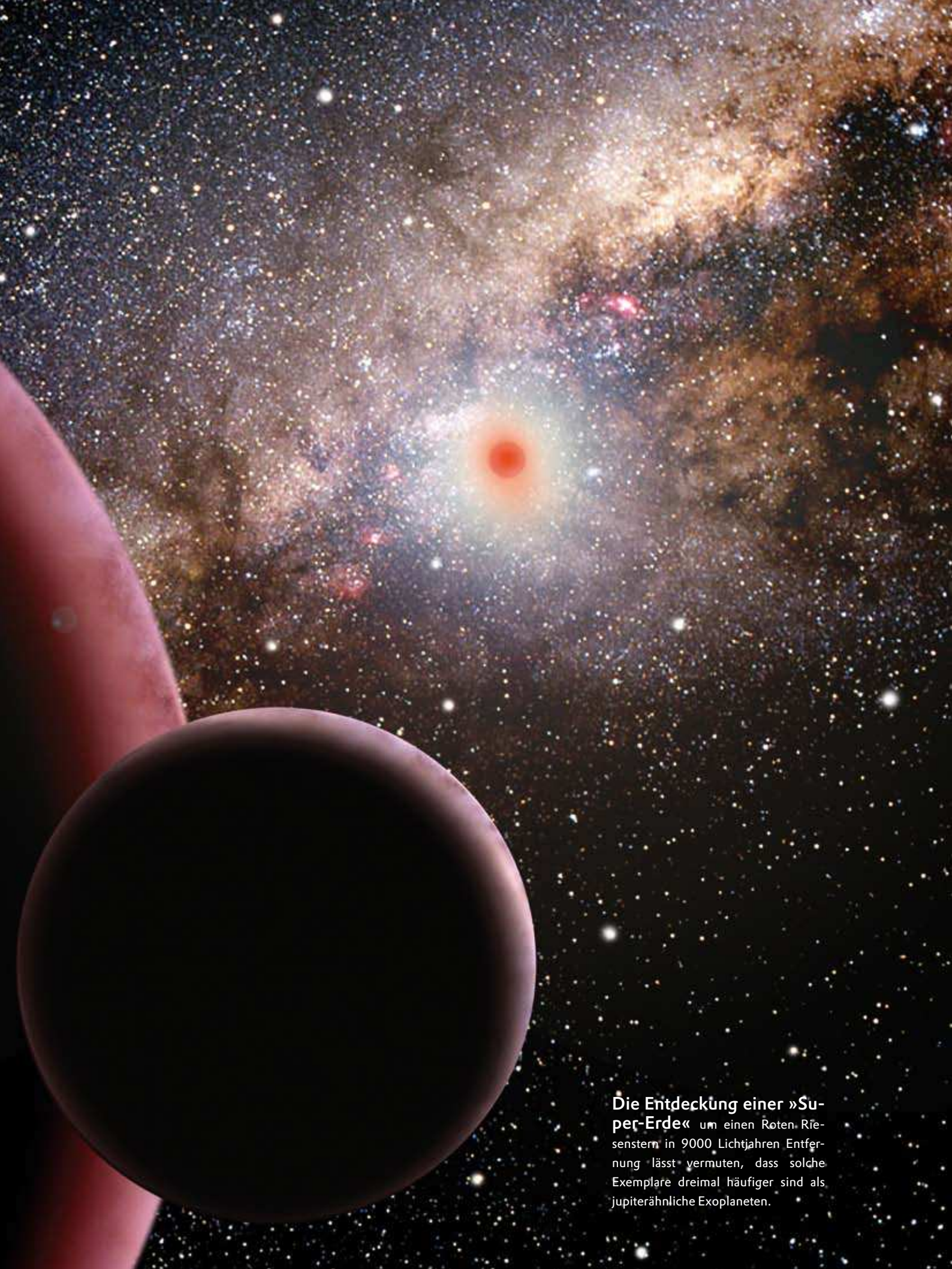
ILLUSTRATION: DAVID A. AGUILAR, HARVARD CFA

Auf der Suche nach den

Exoplaneten

Können wir Planeten um andere Sonnen in der Milchstraße finden, die unserer Erde gleichen? Diese Frage lieferte vor zwei Jahrzehnten noch Material für Sciencefictiongeschichten. Doch gewaltige Fortschritte der beobachtenden Astronomie in den letzten Jahren und vor allem die Entdeckungen der letzten Monate zeigen, dass heute Forscherteams in aller Welt erfolgreich nach erdähnlichen extrasolaren Planeten fahnden.

>> Arnaud Cassan und Robert Schmidt



Die Entdeckung einer »Super-Erde« um einen Roten Riesenstern in 9000 Lichtjahren Entfernung lässt vermuten, dass solche Exemplare dreimal häufiger sind als jupiterähnliche Exoplaneten.

Schon sehr lange kennen die Menschen die Planeten unseres Sonnensystems bis hinaus zum Saturn. Nach der Erfindung des Teleskops entdeckte William Herschel 1781 den Uranus, und Johann Gottfried Galle (nach einer Berechnung des französischen Mathematikers Urbain Le Verrier) 1846 den Neptun. Der 1930 von Clyde Tombough gefundene Pluto ist im letzten Jahr von der Internationalen Astronomischen Union (IAU) als Zwergplanet eingestuft worden und gilt heute als typischer Vertreter von fernen eisigen Brocken eines Gürtels am Rand des Planetensystems. Vor etwa 15 Jahren fiel dann auch die letzte Barriere: Der erste Planet außerhalb unseres Sonnensystems wurde entdeckt.

Etwa 230 extrasolare Planeten (kurz Exoplaneten), wie die Welten in anderen Sternsystemen genannt werden, haben die Astronomen bis heute gefunden. Die meisten von ihnen konnten nur deswegen als solche erkannt werden, weil sie ihren Zentralstern auf Grund der Schwerkraft während eines Umlaufs hin- und herschleudern. Ganz ähnlich einem Hammerwerfer, der sich kurz vor dem Abwurf mit dem Wurfhammer um einen zentralen Punkt dreht. Diese Schleuderbewegung der Sterne erzeugt in ihren Spektren eine charakteristische Verschiebung der Linien und kann so auf mehreren, zeitlich nacheinander gewonnenen Aufnahmen nachgewiesen werden. Dabei erzeugen die Schwergewichte unter den Planeten die größte Schleuderbewegung, weswegen man anfänglich mit dieser so genannten »Radialgeschwindigkeits-« oder »Doppler-Wobble-Methode« vor allem massereiche Planeten aufspüren konnte (siehe Grafik S. 19 oben). Der erste, 1995 mit dieser Methode entdeckte Planet 51 Pegasi b hat eine Masse von etwa einem halben Jupiter. Viele Planeten mit mehreren Jupitermassen wurden mit dieser Methode bereits entdeckt (siehe S. 15) – vor Kurzem aber auch Neptun-ähnliche Planeten bis zu einigen Erdmassen.

Wie kann man jedoch Welten finden, die unserer Erde gleichen? Schon 1992 gingen den Forschern drei Planeten ins Netz, von denen es einer auf ein paar Erdmassen bringt und die alle um den Pulsar PSR B1257+12 kreisen. In seinem Signal stellten die Wissenschaftler durch genaue Zeitmessung auf der Erde leichte Verzögerungen fest und schlossen daraus auf die Anwesenheit von Exoplaneten. Das Pulsarsystem unterscheidet sich allerdings gewaltig von unserem Sonnensystem, denn seine Mitglieder umkreisen den Überrest eines ausgebrannten Sterns und fristen bei tiefsten Temperaturen ihr Dasein.

Bei Exoplaneten dieses Typs behelfen sich die Forscher mit einer Methode, die eine Vorhersage von Albert Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie nutzt: Lichtstrahlen werden in einem Gravitationsfeld von ihrer geraden Bahn abgelenkt. Diese Vorhersage wurde bereits im Jahr 1919 von Arthur Eddington während einer Sonnenfinsternis experimentell bestätigt, indem er auf Fotografien der Sonnenumgebung zeigte, dass sich die Sternpositionen in der Nähe unseres Zentralgestirns tatsächlich wie von Einstein vorhergesagt verschoben hatten. Heute bezeichnet man diese Lichtablenkung im Schwerkraftfeld als Gravitationslinseneffekt (siehe Grafik rechts unten). Albert Einstein und der Petersburger Physiker Orest Chwolson berechneten unabhängig voneinander, dass man mit einem extrem hochauflösenden Teleskop mehrere Bilder eines einzigen Sterns sehen könnte, wenn ein anderer Stern zwischen uns und dem Hintergrundstern vorbeizöge. Einstein zeigte auch, dass die Bilder des Hintergrundsterns dabei auf Grund des Gravitationslinseneffekts heller erscheinen. Die Chancen, ein solches Ereignis jemals zu beobachten, hielt er damals aber für außerordentlich gering.

Die Idee einer Gravitationslinse folgt aus der bereits 1915 von Albert Einstein formulierten Allgemeinen Relativitätstheorie

Tatsächlich wurde die erste Gravitationslinse im Jahr 1979 gefunden. In diesem Fall war das Hintergrundobjekt ein Quasar und die Gravitationslinse eine weit entfernte Galaxie, die den Quasar in zwei Bildern mit einem Abstand von mehreren Bogensekunden abbildete. Die Nachricht von dieser Entdeckung wurde von den Forschern begeistert aufgenommen, und in Kürze waren mehrere solcher Systeme entdeckt. Ende der 1980er Jahre schlug Bohdan Paczynski (siehe Porträt S. 21) aus Princeton vor, auch in unserer Galaxie, der Milchstraße, nach Gravitationslinsenereignissen zu suchen. Da die Bildaufspaltungen hier nicht beobachtbar waren, regte er an, die Helligkeit von Sternen in der Zentralregion der Milchstraße über lange Zeiträume hinweg regelmäßig zu überwachen. Gravitationslinsen kann man auf Grund der von Einstein berechneten Helligkeitsveränderung identifizieren. Diese ist symmetrisch, in verschiedenen Wellenlängebereichen identisch, und darf sich nicht wiederholen. Anhand dieser besonderen Eigenschaften ist eine Gravitationslinse sehr gut von einem veränderlichen Stern zu unterscheiden. Paczynski stimmte allerdings Einsteins Einschätzung zu, dass die Chance sehr gering sei, ein solches Ereignis bei einem bestimmten Stern zu beobachten. Er glaubte aber, man hätte gute Erfolgschancen, wenn man es schaffte, die Helligkeiten von vielen Sternen gleichzeitig zu überwachen.

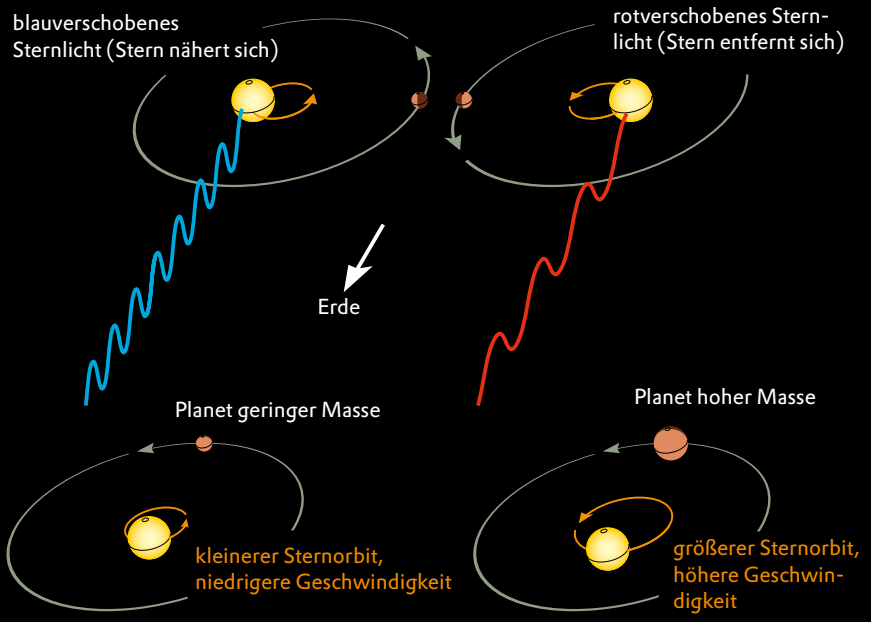
Um Paczynskis Idee umzusetzen, brauchten die Wissenschaftler ein Experiment, das Millionen von Sternen im Auge behalten konnte, also ein Teleskop, das mit einem großen Beobachtungsfeld viele Sternfelder beobachtete – und außerdem ein Computerprogramm, das automatisch Millionen von Messungen abarbeiten konnte. Im Jahr 1990 ging es schließlich los. Am Start zur Jagd nach diesen Ereignissen waren gleich drei Teams: »Eros« (Frankreich), »Macho« (USA, Australien) und »Ogle« (USA, Polen).

Bereits 1993 wurden die ersten Funde im Fachjournal »Nature« präsentiert. Die Forscher nennen sie heute Mikrolinsenereignisse, um sie vom Gravitationlinseneffekt der Galaxien zu unterscheiden. Den zwischen uns und dem Hintergrundsystem vorbeiziehenden Stern nennen sie Mikrolinse.

Die von Paczynski vorgeschlagenen Beobachtungen waren und sind außerordentlich erfolgreich. Über tausend Funde wurden bis heute dokumentiert und jedes Jahr kommen Hunderte neuer Funde hinzu. Dabei ist es wichtig, zu betonen, dass diese Ereignisse jeweils nur ein einziges Mal zu beobachten sind. Denn nach dem Ereignis nimmt die Helligkeit des Hintergrundsterns schnell wieder ab, >

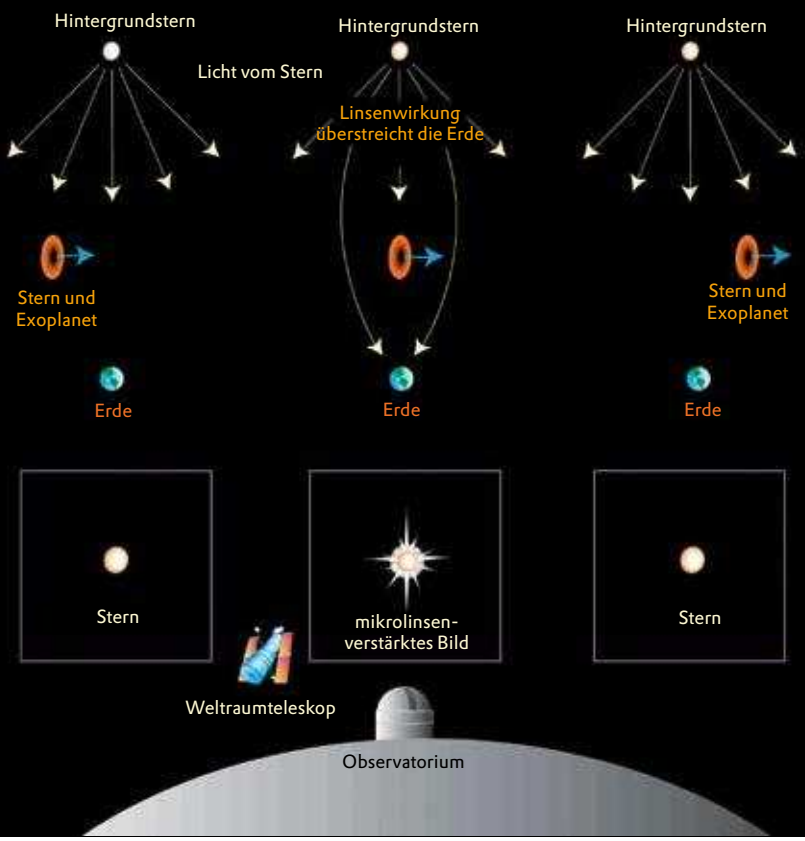
Wie sich die Planeten ferner Sterne verraten

Nachweis eines Exoplaneten mit der Dopplermethode



Bislang finden Forscher extrasolare Planeten ausschließlich mit indirekten Verfahren. Besonders erfolgreich ist hier die Radialgeschwindigkeiten- oder auch »Doppler-Wobble«-Methode. Die Schwerkraft eines für uns auf der Erde unsichtbaren Planeten verursacht ein periodisches Wackeln (engl. »wobble«) in der Bewegung seines Sterns, die zu einer kleinen Dopplerverschiebung der Spektrallinien des Sternlichts führt. Mit Spektrografen kann man diese nachweisen. Das funktioniert allerdings nur dann, wenn wir seitlich auf das Planetensystem schauen.

Passiert das Licht eines weit entfernten Sterns einen anderen Stern und dessen für uns unsichtbaren Planeten, so wird der Lichtweg durch die Schwerkraft der »Linse« (Stern und Exoplanet) verbogen. Hintergrundstern und Linse müssen dazu mit dem irdischen Beobachter kurzzeitig eine möglichst gerade Verbindungslinie bilden. Ein unsichtbarer Exoplanet wirkt selbst als Gravitationsline, sodass das Licht des Hintergrundsterns kurzzeitig verstärkt wird – der Stern flackert auf. Die Forscher wollen damit vor allem terrestrische Planeten aufstöbern.



GRAFIKEN: CASEY B. REED, S&T / AH (OBEN); NASA / STSCI (UNTEN)

Nur rund die fünffache Erdmasse besitzt der kürzlich gefundene Exoplanet um den Roten Zwerg Gliese 581.

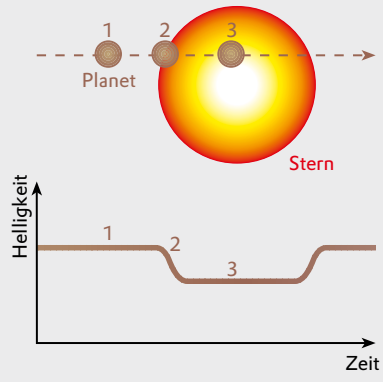
ILLUSTRATION: ESO

> und auch von der Mikrolinse bleibt nur selten eine Spur. Die Projekte Eros und Macho sind mittlerweile abgeschlossen. Ein weiteres Team namens Moa (Neuseeland und Japan) hat aber zwischenzeitlich neu begonnen, sodass Ogle und Moa heute für die Entdeckung neuer Mikrolinsenereignisse sorgen. Diese sind eine Grundlage zur Planetenjagd.

Die Mikrolinsenmethode

Wie kann man mit dem Mikrolinseneffekt aber extrasolare Planeten entdecken? Für die Mikrolinsenhelligkeitskurve ergeben sich kleine, aber wichtige Veränderungen, wenn die Mikrolinse ein Planetensystem besitzt. Je nach deren Position hat der Hintergrundstern eine andere Helligkeit. Je näher sich die Linse (von uns aus gesehen) am Stern befindet, desto größer ist der Effekt. Bewegt sich die Mikrolinse also einmal am Hintergrundstern vorbei, ergibt sich ein symmetrischer Anstieg und nachfolgendes Abklingen der Helligkeit des Hintergrundsterns.

Diese Symmetrie wird gebrochen, wenn sich ein Planet in der Nähe der Mikrolinse befindet: Aus dem einfachen, symmetrischen Dunkel-hell-dunkel-Schema wird eine komplizierte Helligkeitsveränderung mit zusätzlichen Helligkeitsanstiegen der Mikrolinse in Bezug auf den Hintergrundstern.



SUW

Ein Planet zieht auf seiner Umlaufbahn vor einem Stern vorbei und dunkelt dessen Licht dabei etwas ab. Die Verdunklung ist proportional dem Verhältnis der Größe des Planeten zur Größe des Sterns.

Die Veränderung der Mikrolinsenhelligkeitskurve durch einen Exoplaneten kann sehr schnell gehen und ist daher schwierig zu erwischen. Während ein Mikrolinsenereignis typischerweise Wochen bis Jahre dauert, ist die Helligkeitssignatur eines Exoplaneten nur einen Tag oder sogar kürzer zu sehen. Deswegen erfordert die Entdeckung von Planeten mit dem Mikrolinseneffekt eine kontinuierliche Beobachtung der Hintergrundsterne, also quasi eine »24-Stunden-Nachtschicht«.

In der Praxis teilen sich die Astronomen die Arbeit aber auf: Die bereits oben erwähnten Ogle- und Moa-Teams liefern Meldungen über gerade beginnende Mikrolinsenereignisse. Diese werden im Internet veröffentlicht und von den Planetenjägern in aller Welt verfolgt. Damit ist die Zahl der zu beobachtetenden Sterne stark reduziert und die Wissenschaftler können sich auf die hellsten und vielversprechendsten Objekte konzentrieren.

Derzeit suchen zwei internationale Teams mit dem Mikrolinseneffekt nach Exoplaneten: die europäische »Planet«-Kollaboration und die amerikanische »Microfun«. Im Planet-Team (in dem einer der Autoren, Arnaud Cassan, Mit-

glied ist) kommen Teleskope in La Silla (Chile), Kapstadt (Südafrika), Perth (Westaustralien) und Hobart (Tasmanien) zum Einsatz. Die untersuchten Sternfelder liegen alle in der zentralen Verdickung der Milchstraße in Richtung Sternbild Schütze und können in den Monaten April bis September beobachtet werden.

In dieser Zeit sind dann an allen Teleskopen Astronomen stationiert, die zur lokalen Nachtzeit aktuellen Hinweisen auf Exoplaneten nachgehen und den Staffelstab am Ende der Nacht jeweils an das nächste Teleskop übergeben. Währenddessen wertet ein Wissenschaftler – die europäische so genannte Home-Base – die von den verschiedenen Teleskopen eingehenden Daten aus und entscheidet danach, welche Ereignisse im Auge behalten werden müssen.

Verräterische Zacken

Sind die Helligkeitsveränderungen sehr groß und erhärtet sich der Verdacht auf einen Planeten, werden mehrere Messungen pro Nacht – manchmal sogar mehrere in einer Stunde angesetzt. Bei 600 Ereignissen, die Ogle und Moa mittlerweile pro Jahr finden, muss die Home-Base mit Modellrechnungen und viel Fingerspitzengefühl die Kandidaten auswählen, welche sich für die Exoplanetensuche am besten eignen.

Im Jahr 2003 war es schließlich so weit: Der erste Exoplanet war mit der Mikrolinsenmethode entdeckt! Er trägt den Namen OGLE 2003-BLG-235/MOA 2003-BLG-53Lb, hat die zweieinhalbfache Jupitermasse und befindet sich etwa 750 Millionen Kilometer (ähnlich dem Abstand des Jupiters von der Sonne) von seinem Zentralstern entfernt. Verraten hatte er sich durch kleine Zacken auf der sonst so symmetrischen Mikrolinsenhelligkeitskurve.

2005 kamen gleich drei weitere Funde hinzu: OGLE 2005-BLG-071Lb besitzt ein Vielfaches der Jupitermasse, OGLE 2005-BLG-169Lb hat die 15-fache Masse der Erde (etwa die Masse des Uranus), und last, but not least OGLE 2005-BLG-390Lb, der »nur« sechsmal schwerer als die Erde ist.

OGLE 2005-BLG-390Lb wurde anhand seiner charakteristischen Helligkeitskurve vom Planet-Team entdeckt. Er umkreist seinen Zentralstern in einem Abstand von 390 Millionen Kilometern (das ist das 2,6-fache der Entfernung Erde-Sonne) und wird auf Grund seiner Masse im Jargon der Planetenjäger auch »Super-Erde« genannt. Es ist der erste erdartige Exoplanet, der jemals gefunden wurde.

Die Eigenschaften der vier Planeten machen deutlich, welche Art von Planeten mit dieser Methode gefunden werden können: Die Massen reichen von einigen Erdmassen bis zu einigen Jupitermassen und die Bahnradien liegen beim Einfachen bis Fünffachen des Abstands Erde-Sonne. Dies ist die Besonderheit des Mikrolinseneffekts. Er ist für Objekte in mittleren Abständen vom Zentralstern prädestiniert, die aber durchaus sehr kleine Massen haben können.

Bei einer wieder anderen Methode werden die Planeten dadurch entdeckt, dass sie aus der Sicht der Erde vor dem Zentralstern vorbeilaufen und ihn dabei teilweise bedecken beziehungsweise verdunkeln. Diese so genannte Transitmethode (siehe Abbildung links unten) wird beispielsweise von Satelliten, wie dem gerade gestarteten europäischen Corot (siehe Astro News S. 12), aus betrieben und auch hier gibt es bereits erste Erfolge. Die Entfernung des Exoplaneten vom Stern sollte für diese Methode aber auch geringer als der Abstand Erde-Sonne sein, damit man die Verfinsterung des Zentralsterns oft genug verfolgen und der Planet überhaupt vor den Stern treten kann.

Nach Corot sind noch weitere Missionen geplant, die weitere extrasolare Planeten aufspüren sollen. So wird die amerikanische Weltraumbehörde Nasa bald mit dem Satelliten Kepler auf die Suche gehen.

Und wo wird sich in diesem Feld die Mikrolinsenmethode etablieren? Ihr Vorteil liegt gerade in der besonderen Auswahl der Planeten: Erdähnliche Planeten mit Bahnradien von der Größe einiger Erde-Sonne-Abstände werden mit den anderen Methoden auf absehbare Zeit nicht zu entdecken sein. Es ist sehr gut möglich, dass sich in nicht allzu ferner Zukunft eine Schwester der Erde auch in der Helligkeitskurve eines Mikrolinsenereignisses verrät. <<

Arnaud Cassan und **Robert Schmidt** arbeiten am Astronomischen Recheninstitut des Zentrums für Astronomie (ZAH) der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.

PRINCETON U., EVELYN TU

BOHDAN PACZYNSKI, 1940–2007

Der Inhaber der Lyman Spitzer Jr. Professur für Theoretische Astrophysik der Princeton University lieferte viele wesentliche Beiträge in den Bereichen Gravitationslinsen, Gammablitze, veränderliche Sterne und Galaxienstruktur. Paczynski galt als einer der herausragenden Astrophysiker der vergangenen Jahrzehnte. Er starb im April 2007 an einem Hirntumor.

Paczynski war nach seiner Promotion als wissenschaftlicher Mitarbeiter und später als Professor an der polnischen Akademie der Wissenschaften in Warschau tätig. Auch nach seinem Wechsel nach Princeton hielt er zahllose Kontakte in seine alte Heimat und initiierte unter anderem das länderübergreifende Projekt Ogle (»Optical Gravitational Lensing Experiment«). Er genoss weltweit Anerkennung und erhielt zahlreiche Auszeichnungen, darunter die Eddington-, Henry-Draper- und Catherine-Wolfe-Bruce-Medaillen sowie den Rossi-Preis.

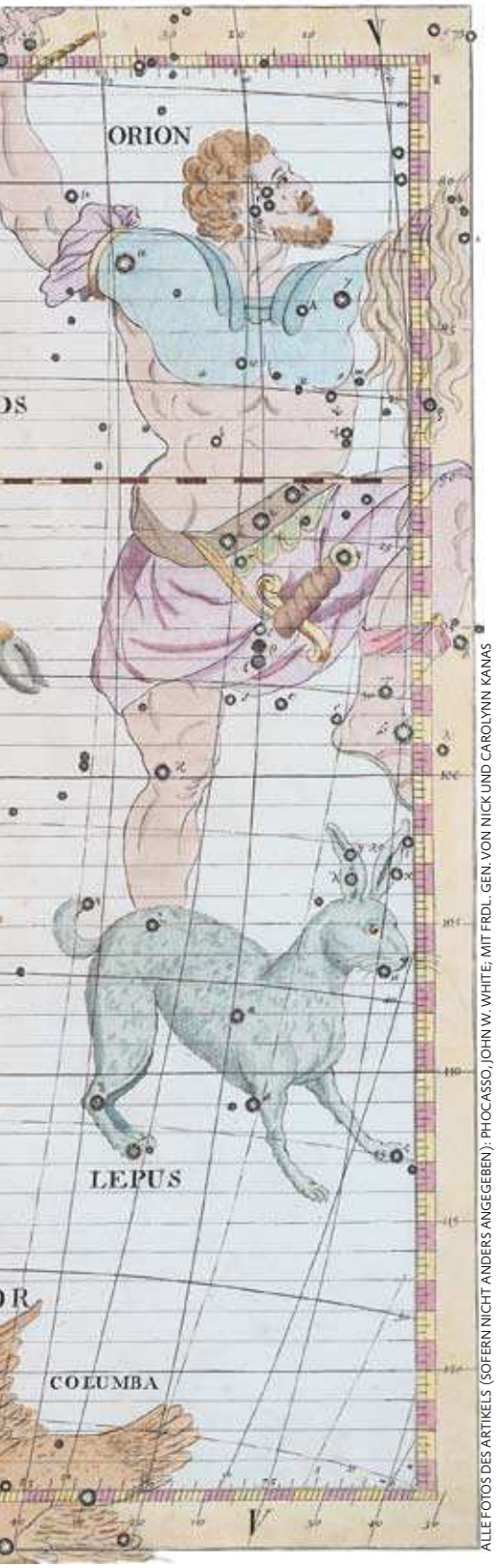
MONOCEROS, CANIS MAJOR & MINOR, NAVIS, LEPUS.
IX
VIII
VII
VI
CANCER
CANIS MINOR
HYDRA
MONOCERO
NAVIS
CANIS MAJ
IX
VIII
VII
VI

Das kartografische Vermächtnis von

John Flamsteed

Heutige Sternkarten profitieren von dem bahnbrechenden Werk des ersten königlichen Astronomen Englands.

>> Nick Kanas



ALLE FOTOS DES ARTIKELS (SOFERN NICHT ANDERS ANGEGEBEN): PHOCASSO, JOHN W. WHITE; MIT FRDL. GEN. VON NICK UND CAROLYNN KANAS

IM »ATLAS COELESTIS« von John Flamsteed findet sich dieser Ausschnitt, der unter anderen das Sternbild Einhorn (»Monoceros«) zeigt. Auffällig ist, dass zwei Koordinatensysteme eingezeichnet sind: das bis dahin übliche ekliptikale und das neuere äquatoriale, das der Projektion der geografischen Längen- und Breitengrade auf die Himmelskugel entspricht.

PERSEUS hält den Kopf der Medusa in der Hand. Die Zeichnung stammt aus Johann Bayers »Uranometria«, die erstmals im Jahr 1603 veröffentlicht wurde. Gut sind darauf sein Koordinatensystem entlang den Rändern sowie die griechischen Kleinbuchstaben zur Kennzeichnung der hellsten Sterne zu erkennen.

Mythologische Götter und Göttinnen, Schlangen und Seeungeheuer oder die ersten wissenschaftlichen Instrumente zierten Sternatlanten vom 17. bis ins 19. Jahrhundert – dem goldenen Zeitalter der illustrierten Sternkarten. Obwohl die schöne Darstellung im Mittelpunkt stand, gaben einige der damaligen Himmelsatlanten die Größenklasse und Position der Gestirne schon erstaunlich genau wieder.

Einer der wichtigsten Sternatlanten entstand aus der Arbeit von John Flamsteed (1646–1719), dem ersten königlichen Astronomen von England (siehe AH 5/2007, S. 60). Er katalogisierte zeit seines Lebens Sterne nach ihrer Helligkeit und Lage am Himmel und erfasste dabei mehr Gestirne als all seine Vorgänger. Sein »Atlas Coelestis« hatte unmittelbare und tief greifende Auswirkungen auf die Himmelskartografie und beeinflusste die astronomische Forschung mehr als ein Jahrhundert lang.

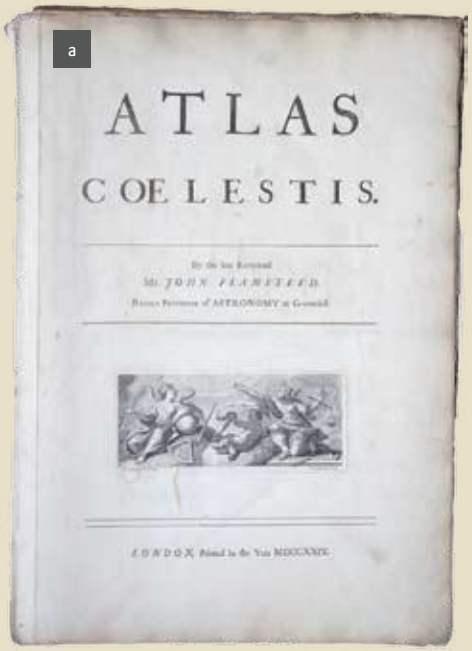
Was machte sein Werk so besonders gegenüber den Vorläufern? Die europäische Astronomie des Mittelalters und der Renaissance war stark vom Denken der alten Griechen geprägt, die die kugelförmige Erde im Zentrum des Universums ansiedelten. Umgeben war sie von einer Kuppel aus Fixsternen, während Sonne, Mond und Planeten als »wan-

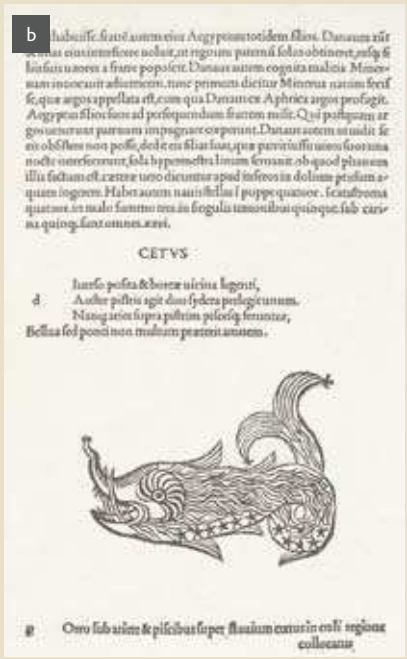
Orientierung am Himmel mit dem Flamsteed-Atlas

Als Ergänzung zu diesem Beitrag finden Sie unter www.wissenschaft-schulen.de das didaktische Material »Übungen zur Orientierung am Himmel mit dem Flamsteed-Atlas«, wobei die historischen Sternkarten unter verschiedenen Aspekten betrachtet und genutzt werden: als Merkhilfe zum Auffinden von Himmelsobjekten, als Anregung für künstlerische Tätigkeit oder zur Auseinandersetzung mit Themen der Mythologie wie auch als Dokumente des Zeitgeistes.

wissenschaft in die schulen!

Unser Projekt »Wissenschaft in die Schulen!« führen wir in Zusammenarbeit mit der Landesakademie für Lehrerfortbildung in Donaueschingen durch. Es wird von der Klaus Tschira Stiftung gGmbH großzügig gefördert. <<





BEIDE FOTOS: GRIFFITH OBS., GERRY PICUS

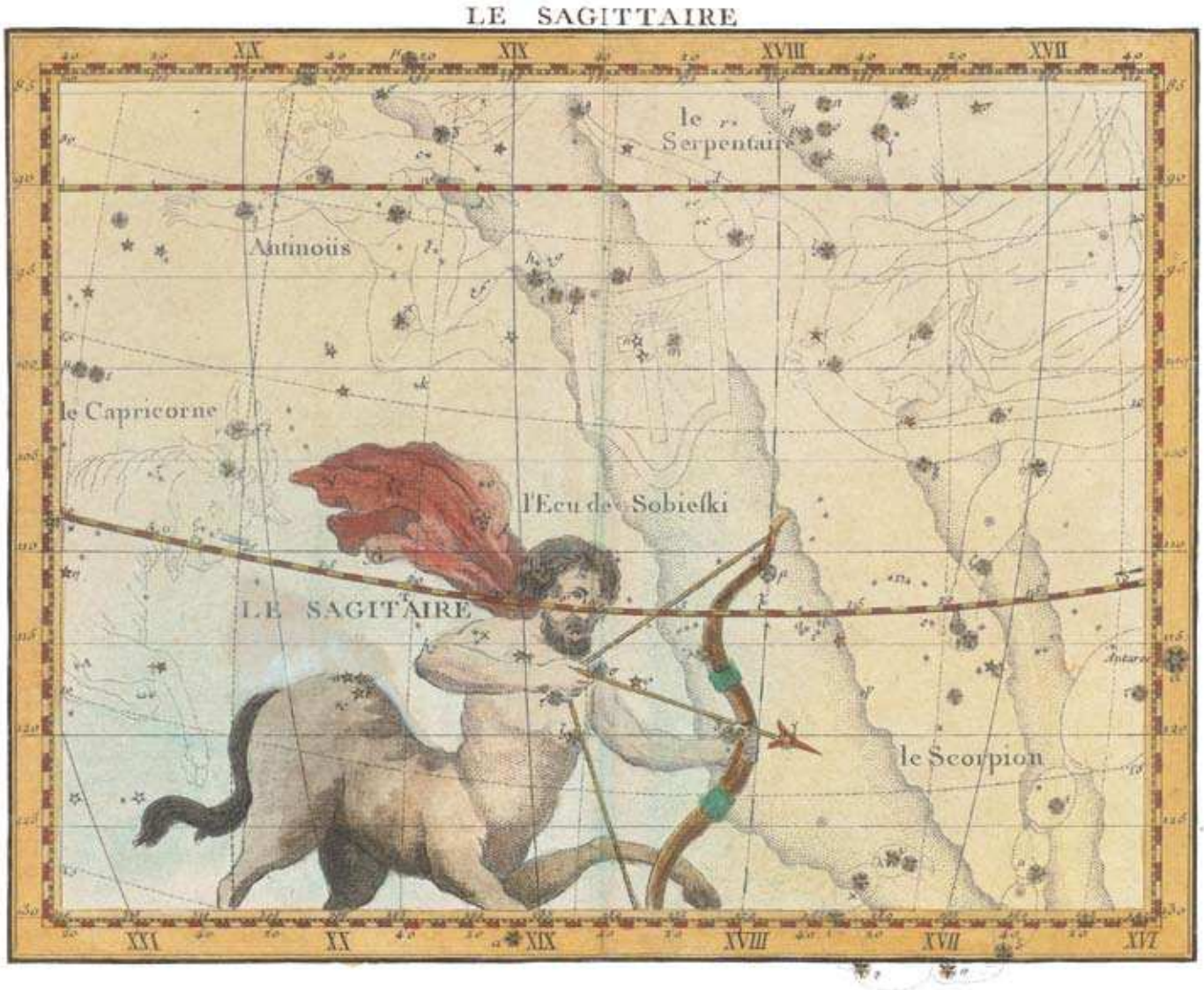
dernde« Gestirne auf Kreisbahnen über den Himmel zogen. Claudius Ptolemäus hielt das astronomische Wissen der Griechen in seinem »Almagest« fest, der etwa 150 n. Chr. entstand und bis zum Ende des Mittelalters als Standardwerk der Astronomie galt. Er beschrieb darin den Lauf von Sonne, Mond und Planeten mathematisch und katalogisierte über tausend Sterne aus den 48 klassischen Konstellationen, die schon damals nach mythologischen Figuren benannt waren. Die Gestirne sortierte er nach ihrer jeweiligen Größe und legte ihre Himmelspositionen nach ihrem Längen- und Breitengrad bezogen auf die Ekliptik – also die Bahnebene der Erde um die Sonne – fest. Zudem beschrieb er ihre Lage innerhalb des Sternbilds, sodass ein bestimmter Stern im Großen Bären etwa als »nördlicher Stern am Ende des linken Vorderbeins«, ein anderer als »Stern oberhalb des rechten Knies« bezeichnet wird. Da sich die Illustration der Figuren von Quelle zu Quelle unterscheidet, ist diese Art der Beschreibung leider nicht eindeutig.

Die ältesten Sternkarten, die heute noch erhalten sind, finden sich auf Himmelsgloben wie etwa dem Atlas Farnese aus dem 2. Jahrhundert n. Chr., der im Archäologischen Nationalmuseum von Neapel ausgestellt ist. Die Marmorstatue der mythologischen Figur Atlas trägt einen Globus auf dem Rücken, in den viele der klassischen griechischen Sternbilder auf wenige Grad genau eingemeißelt sind – allerdings in spiegelverkehrter Ansicht, so als würde man die Himmelssphäre von außen betrachten anstatt von der Erde aus (siehe Fotos rechts). Diese »göttliche Perspektive« war nicht nur auf Globen, sondern auch auf flachen Himmelskarten viele Jahrhunderte lang die übliche Darstellung.

Im Gegensatz zum Farnesischen Atlas scheinen die Konstellationen in Handschriften und den ersten gedruckten Büchern eher aufs Geratewohl gezeichnet. Eine frühe Illustration des Walfischs (»Cetus«) zeigt beispielsweise eine stilisierte Figur des mythologischen Meerungeheuers Keto, dessen Bauch und Schwanz aus schlampig aneinandergereihten Sternen geformt sind: so als wäre es wichtiger, den Begleittext kunstvoll zu bebildern, als Anordnung und Position der Sterne exakt wiederzugeben.

Das änderte sich 1515, als Albrecht Dürer die ersten gedruckten Sternkarten herstellte. Die Holzschnitte des Künstlers und Mathematikers aus Nürnberg basierten auf einer polaren stereografischen Projektion, die die Gestirne nach Vorlage des ptolemäischen Katalogs in ein Rastersystem einordnete. Die Sterne und Kon- >

HISTORISCHE ASTRONOMIE Erst nach Flamsteeds Tod veröffentlichte seine Ehefrau den »Atlas Coelestis«, dessen Titelseite hier abgebildet ist (a). Viel früher entstand der Holzschnitt aus den »Scriptores Astronomici Veteres« von Firmicus Maternus, der das Sternbild Walfisch auf Lateinisch beschreibt und kommentiert (b). 1499 wurde er in Venedig herausgegeben. Der Atlas von Farnese (c), heute in Neapel zu sehen, geht auf das 2. Jahrhundert unserer Zeitrechnung zurück und ist wahrscheinlich die Kopie eines älteren griechischen Werks. Er zeigt viele klassische griechische Sternbilder mit außergewöhnlicher Präzision.



> stellationen stellte er ebenfalls verkehrt herum dar, was sie für die Suche nach Sternen am Firmament unbrauchbar machte.

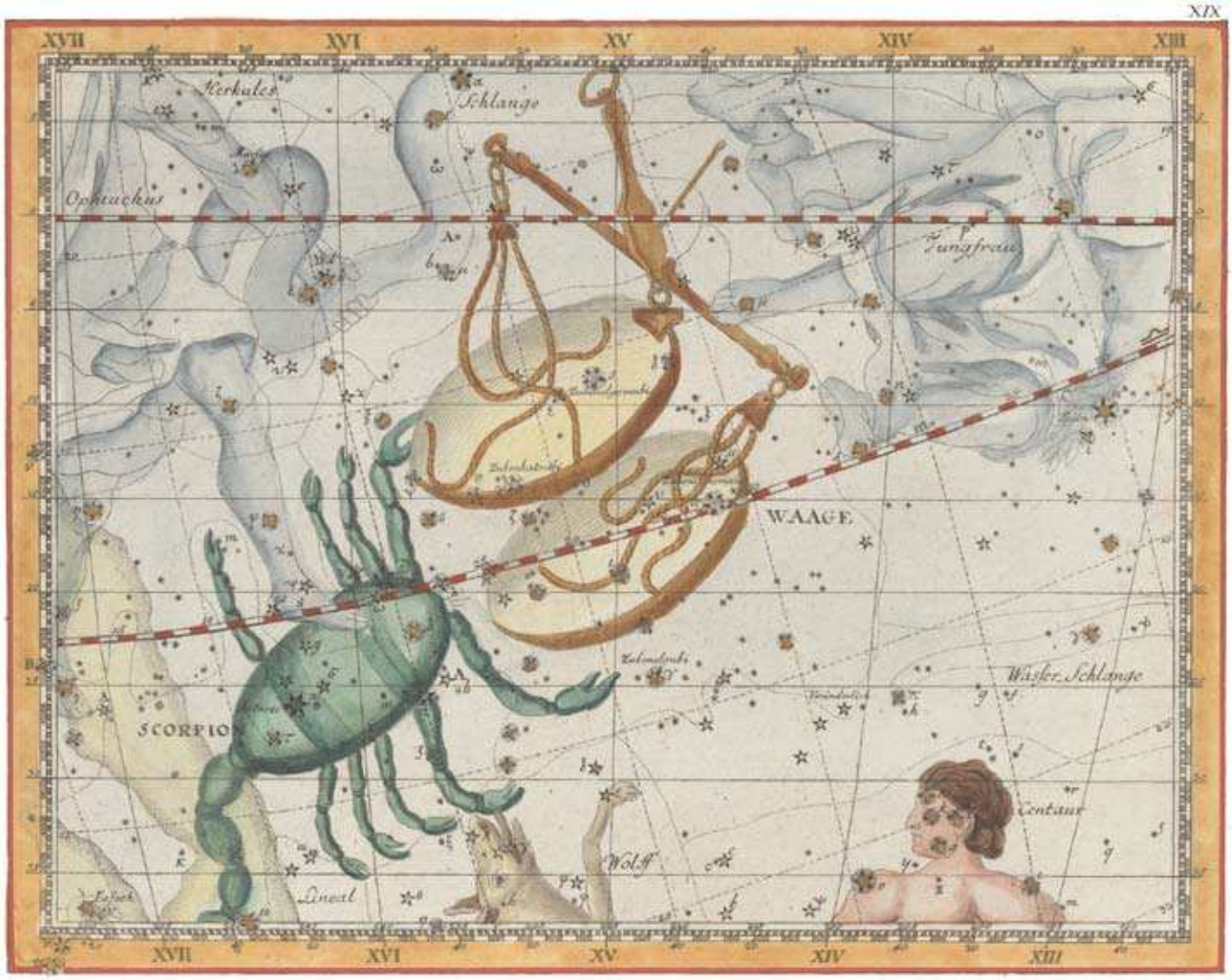
1540 brachte der italienische Gelehrte Alessandro Piccolomini mit »De Le Stelle Fisse« den ersten modernen Sternatlas heraus: Die Holzschnitte zeigen die Position der Gestirne jedes ptolemäischen Sternbilds aus irdischer Ansicht. Überdies führte er das Konzept der grafischen Größenklassendarstellung ein, indem er hellere Sterne durch größere Symbole kennzeichnete und allen Sternen römische Buchstaben zuordnete. Allerdings fehlten in seinen Karten die Umrisse der Sternbilder.

Astronomische Fortschritte

Piccolominis Landsmann Giovanni Gallucci sorgte im Jahr 1588 mit seinem »Theatrum Mundi et Temporis« für weitere Fortschritte. Die Sternpositionen darin waren einem Katalog entnommen, den der polnische Astronom Nikolaus Kopernikus 45 Jahre zuvor publiziert hatte. Gallucci wählte für die Darstellung eine unter Erdkartografen damals gängige Perspektive – die trapezförmige Projektion. Dabei werden die ekliptischen Breitengrade als parallele Linien und die großen Kreise der ekliptischen Längengrade als geneigte gerade Linie dargestellt. Die Illustrationen seiner Himmelskarten folgten der tatsächlichen Anordnung der Sterne, anstatt die Ästhetik in den Vordergrund zu stellen.

Das goldene Zeitalter der illustrierten Himmelskarten beginnt jedoch erst 1603, als der bayerische Rechtsanwalt Johann Bayer seine »Uranometria« veröffentlichte (siehe AH Januar / Februar 2004, S. 36). Mehr als zweitausend Sterne finden sich in dem hervorragend bebilderten Werk, dessen etwa dreißig mal vierzig Zentimeter große Karten die Gestirne in uns gewohnter Himmelsansicht zeigen. Ihre Positionsangaben übernahm Bayer aus dem präzisen Katalog des berühmten dänischen Astronomen Tycho Brahe und

FLAMSTEED AUF FRANZÖSISCH
Jean Fortin veröffentlichte 1776 die französische Ausgabe von Flamsteeds Werk – den »Atlas Celeste de Flamsteed«. Er ist handlicher und schöner bebildert als das Original. Auf diesem Ausschnitt ist das Sternbild Schütze zu sehen.



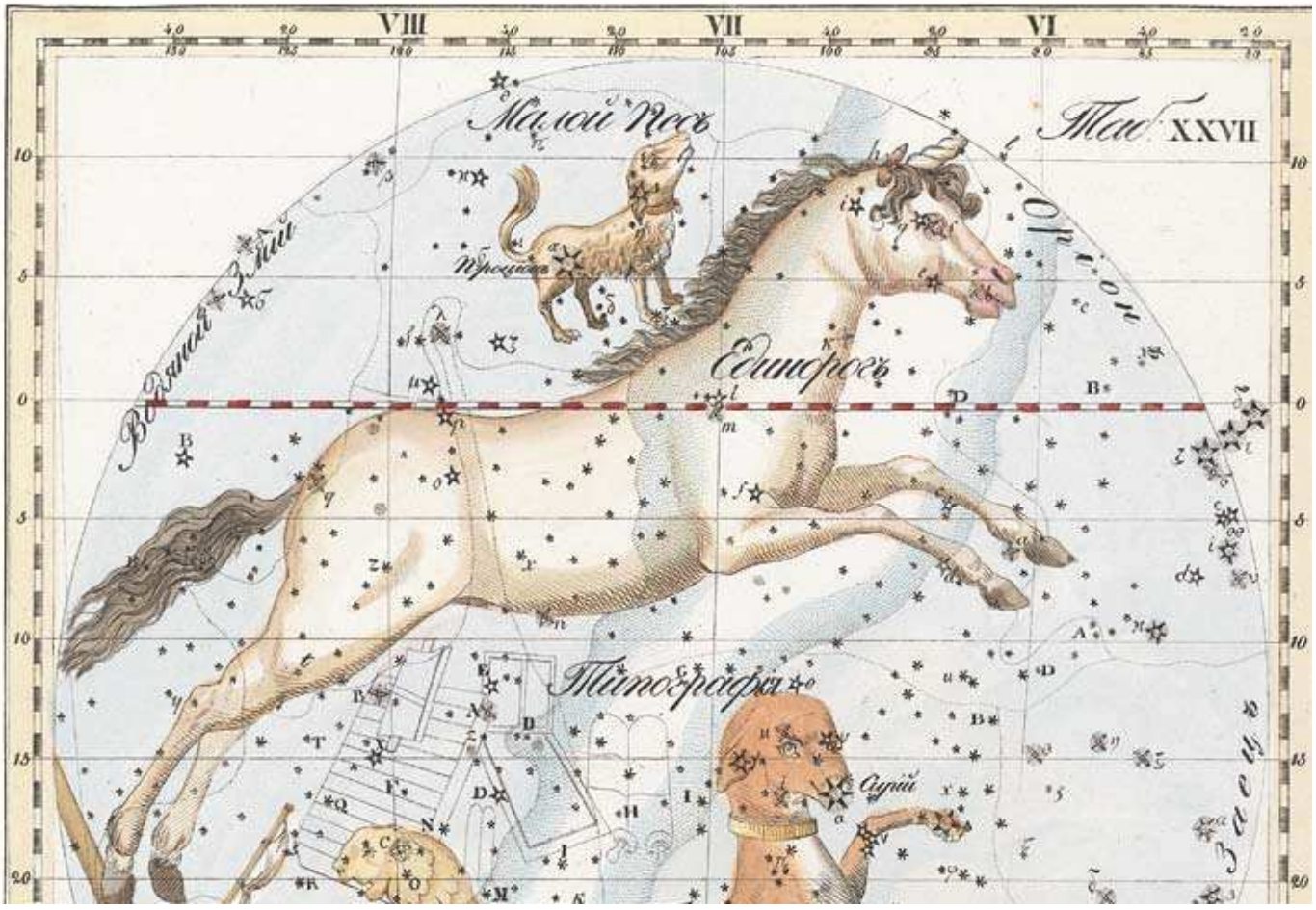
hielt sie in einem sorgfältig vermessenen Koordinatennetz auf seinen Karten fest. Dank der auf die Ekliptik bezogenen Trapezprojektion ließen sich die Sternpositionen an den Rändern der Karte mit einem simplen Lineal auf den Bruchteil eines Grads genau ablesen. Nach heute immer noch gültiger Konvention wies Bayer den hellsten Sternen eines Sternbilds griechische Kleinbuchstaben zu. Er vergab die Zeichen nach abnehmender Helligkeit, wobei α (Alpha) den hellsten, β (Beta) den zweithellsten, γ (Gamma) den dritthellsten und so weiter markierte.

Trotz dieser Fortschritte in Richtung moderner Kartografie entschied sich Bayer dafür, viele Sternbilder spiegelverkehrt zu zeichnen, obwohl er die Sterne selbst aus Sicht des Betrachters abbildete. Das macht seinen Sternatlas für die Beschreibung von Sternen anhand der klassischen Figuren unbrauchbar: Rigel etwa, der von Ptolemäus im linken Fuß des Orion beschrieben ist, leuchtete bei Bayer nun im rechten Fuß des Himmelsjägers.

Fast neunzig Jahre vergingen, bis ein Sternatlas entstand, der mit der »Uranometria« in Hinsicht auf Präzision und Innovationswert konkurrieren konnte. Johannes Hevelius, der Sohn eines reichen polnischen Bierbrauers, steckte die Einkünfte des Familienunternehmens in die beobachtende Astronomie – mit dem Ergebnis, neben einem bedeutenden Mondatlas das berühmte Werk »Firmamentum Sobiescianum sive Uranographia« anzufertigen.

Allerdings wurde es erst drei Jahre nach seinem Tod von seiner Ehefrau und geichzeitig wissenschaftlichen Kollegin Elisabeth veröffentlicht. Ebenso wie Bayer wählte Hevelius in seiner »Uranographia« die trapezoidale Projektion und die Ekliptik als Bezugspunkt für die Koordinaten der Sterne. Deren Positionen basierten jedoch auf Hevelius' eigenem Katalog, in dem er viele Sterne und Konstellationen wieder spiegelverkehrt zeichnete. Das schränkte den praktischen Nutzen seiner »Uranographia« erheblich ein. >

FLAMSTEED AUF DEUTSCH Im Jahr 1782 brachte Johann Elert Bode eine deutsche Ausgabe von Fortins Werk heraus – die »Vorstellung der Gestirne«. Auf dieser Seite sind die Sternbilder Skorpion und Waage dargestellt. Der Atlas ähnelt stilistisch Flamsteeds Werk, doch sind mehr Sterne dargestellt. Zwei Jahrzehnte später veröffentlichte Bode mit der »Uranographia« seinen eigenen bebilderten Sternatlas.



REISSIGS ATLAS umfasst dreißig Bildtafeln, die 1830 in Russland veröffentlicht wurden. Hier dargestellt ist ein Bereich um das Sternbild Einhorn. Sieht man von den kyrillischen Namen ab, ähnelt die Illustration stilistisch dem des Flamsteed-Atlas.

> Das dürfte ein wichtiges Motiv für John Flamsteed gewesen sein, einen anwenderfreundlichen Sternatlas zu entwerfen. Obwohl er nie Astronomie studiert hatte, verhalfen ihm seine autodidaktisch erworbenen Kenntnisse auf diesem Gebiet schließlich zu einer Anstellung am englischen Königshof. Mit Hilfe seiner Förderer überzeugte Flamsteed 1670 den damaligen König Karl II. davon, dass die Daten der existierenden Mond- und Sternkataloge nicht ausreichend genau waren, um eine Bestimmung der Ost-West-Position vorzunehmen. Ein wichtiger Punkt, denn zu dieser Zeit ließ sich die Position von Schiffen auf See noch nicht exakt bestimmen. Die Lösung dieses Problems war für den Handel Großbritanniens und die Ausweitung seines Kolonialreichs von elementarer Bedeutung. Der Monarch entschied sich, diesen Missstand zu beseitigen, und ordnete 1675 den Bau des königlichen Observatoriums in Greenwich an.

Flamsteed, der zum ersten königlichen Astronomen ernannt wurde, sollte einen auf exakten teleskopischen Messungen basierenden Katalog erstellen, der alle von Greenwich sichtbaren Sterne nach Helligkeit und Position erfasste. Ganze 43 Jahre lang nahm ihn das Projekt in Anspruch – bis zu seinem Tod im Jahr 1719.

Bis dahin waren seine Arbeiten der Öffentlichkeit nicht zugänglich – abgesehen von einer vorläufigen Handschrift seines Katalogs, die Edmond Halley und Isaac Newton 1712 publizierten, um mit den Daten Newtons Hypothesen über Schwerkraft und Bewegung des Monds zu überprüfen. Flamsteed war darüber so erzürnt, dass er dreihundert der vierhundert veröffentlichten Exemplare sammelte und verbrannte. Die autorisierte Endversion seines Katalogs mit nahezu dreitausend Sternen kam schließlich 1725 als »Historia Coelestis Britannica« heraus. Vier Jahre später folgte der »Atlas Coelestis« – das bis dahin umfangreichste Werk seiner Art. Auf Flamsteeds Karten finden sich mehr Gestirne als auf denen von Bayer und Hevelius. Diese eigneten sich als Sucherkarten, da sie die Sterne und ihre Kostellationen aus irdischer Perspektive darstellten.

Als erstes größeres Werk nutzt der »Atlas Coelestis« ein äquatoriales Koordinatensystem. Darin bildet die Projektion des Erdäquators auf die Himmelssphäre die Bezugsebene. Auf diese Weise entspricht es der scheinbaren Rotation der Himmelskörper aus der Erdperspektive. Die Positionen der Gestirne werden im äquatorialen Koordinatensystem als Rektaszension (analog zum Längengrad) und Deklination (analog zum Breitengrad) angegeben. Das gleiche System findet sich auch in heutigen Atlanten.

Nicht ausgereift

Doch als hänge Flamsteed auch an der alten Tradition, enthalten seine Karten noch ein zweites auf der Ekliptik basierendes Koordinatensystem, ein Merkmal, das auch spätere Werke noch viele Jahre lang auszeichnete.

Um Verzerrungen der Sternbildmuster, die auf Bayers und Hevelius' Karten beispielsweise noch ausgeprägt waren, zu minimieren, wählte Flamsteed im »Atlas Coelestis« die sinusoidale Projektion – auch bekannt als Sanson-Flamsteed-Projektion. Die Breitengrade bleiben darin als parallele gerade Linien erhalten. Der Zentralmeridian wird als gerade senkrechte Linie dargestellt, die anderen Meridiane jedoch als sich zunehmend nach außen krümmende Sinuskurven.

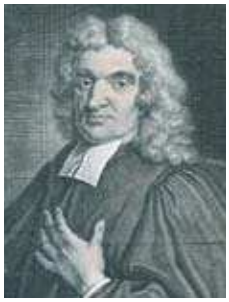
Das einzige große Manko von Flamsteeds Atlas war seine Größe. Jede Karte maß etwa fünfzig mal sechzig Zentimeter, was sie für den Gebrauch am Teleskop untauglich machte. Die Astronomen mussten ein halbes Jahrhundert auf eine handlichere Ausgabe des Atlas warten. 1776 gab Jean Fortin schließlich den »Atlas Celeste de Flamsteed« heraus: Der Globushersteller in Diensten des französischen Königshauses verwendete für den Atlas verkleinerte Stiche von Flamsteeds Druckstöcken, die nun eine Seitenlänge von rund zwanzig Zentimetern besaßen. Außerdem enthielt der Atlas auch eine Karte mit neuen Sternbildern der Südhemisphäre, die der französische Astronom Nicolas-Louis de Lacaille (siehe AH 7-8/2006, S. 42) während seiner Reise nach Südafrika in den frühen 1750er Jahren ausgearbeitet hatte. Mit diesen Neuerungen hielt sich Flamsteeds Atlas lange als Standard der Sternkartografie. Der berühmte Kometenjäger Charles Messier stützte sich beispielsweise im späten 18. Jahrhundert auf die neuen Flamsteed-Karten, um Kometenbahnen zu bestimmen und Positionen von Nebeln zu katalogisieren.

1782 veröffentlichte der deutsche Astronom Johann Elert Bode eine deutsche Version des »Atlas Celeste« unter dem Titel »Vorstellung der Gestirne«. Format und Sternbildfiguren ähnelten stark der französische Ausgabe, doch gravierte er die Druckstöcke neu und fügte zusätzliche Sterne ein. 1801 brachte Bode seine »Uranographia« heraus, in der über 17 000 Sterne in über hundert Konstellationen dargestellt waren (mehr darüber in einer der folgenden Ausgaben). Mit einem Format von hundert mal siebzig Zentimetern hielt sie den Größenrekord unter den bis dahin produzierten Atlanten.

Viele Sternkarten des 19. Jahrhunderts waren von Flamsteeds Arbeit geprägt. So druckte die in London ansässige Society for the Diffusion of Useful Knowledge für ein breiteres Publikum zahlreiche Karten von Sternbildern, deren Stil sich an den Atlas des ersten königlichen Astronomen anlehnte. Ein ähnlicher Einfluss spiegelt sich in dem 1829 veröffentlichten russischen Himmelsatlas wieder, dessen Autor, Kornelius Reissig, Ehrenmitglied und Korrespondent der Russischen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg war. Wenngleich die Sternbilder kyrillische Namen trugen, so standen doch das Grundformat und die Darstellung der Figuren in der Tradition Flamsteeds.

Mit dem Aufkommen von Fotografie und großen, leistungsfähigen Teleskopen im 19. Jahrhundert konnten die Astronomen Sternpositionen mit weitaus größerer Genauigkeit bestimmen. Auf Grund der steigenden Anzahl an bekannten Gestirnen geriet es aus der Mode, die Sternbilder figürlich darzustellen. Stattdessen verwendete man die Verbindungslinien der Hauptsterne als stilisierte Sternbilder. Bebilderte Himmelskarten wurden immer mehr zu Liebhaberstücken degradiert, während sich auf der anderen Seite die professionelle Himmelskartografie ausbildete, für die Flamsteed mit seiner Arbeit den Grundstock legte. Das goldene Zeitalter der illustrierten Sternkarten fand somit nach gut zweihundert Jahren sein Ende. <<

Nick Kanas ist Professor für Psychiatrie an der University of California in San Francisco und sammelt seit über zwanzig Jahren alte Bücher, Atlanten und Drucke des Sternhimmels.



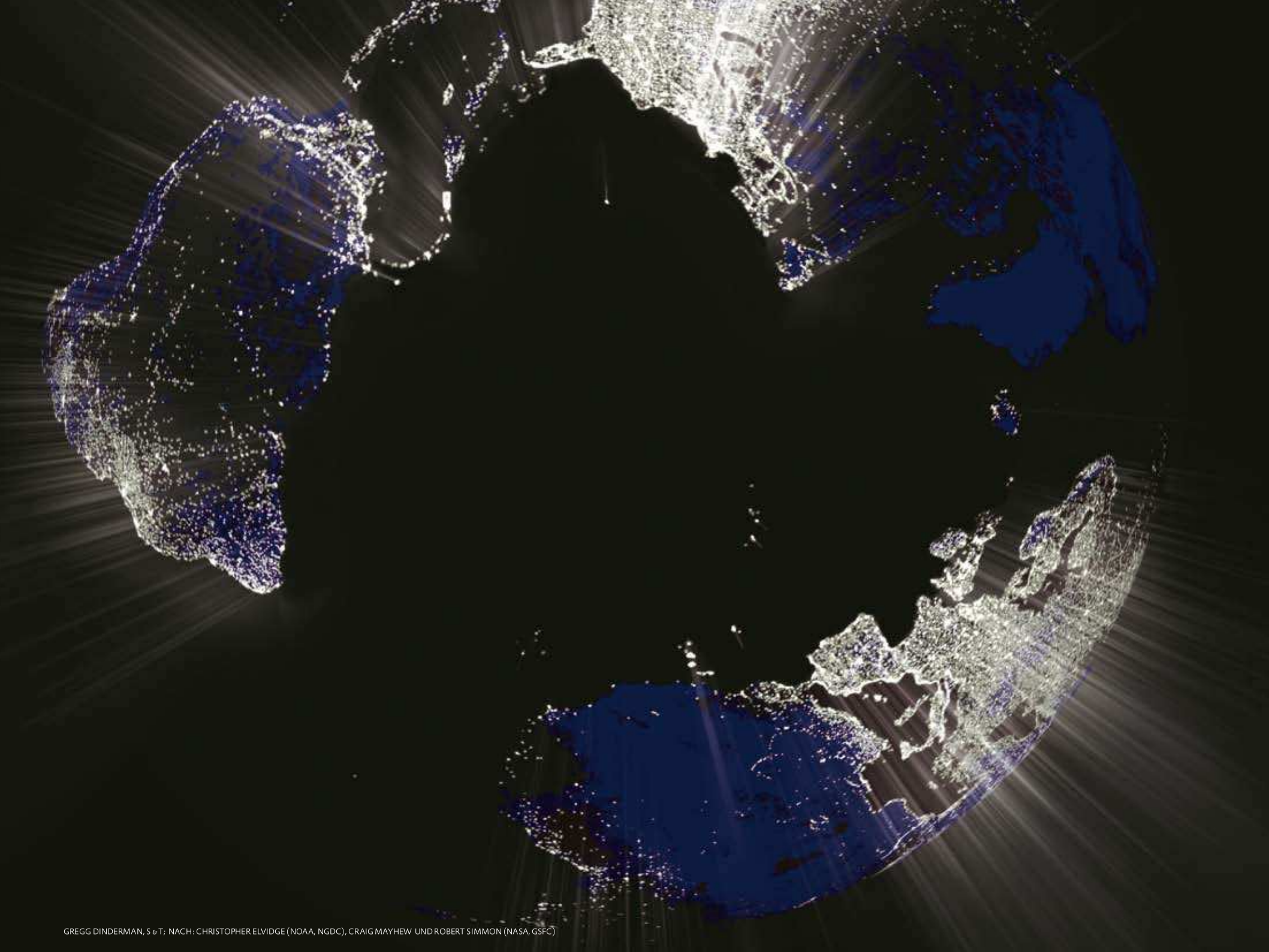
DER WEG ZUM KÖNIGLICHEN ASTRONOMEN

John Flamsteed kam 1646 in Denby als Sohn eines betuchten Geschäftsmanns zur Welt. Im frühen Kindesalter verlor er seine Mutter. Schon als Jugendlicher litt Flamsteed an chronischem Rheuma, was seinen Vater veranlasste, ihn nicht auf eine Universität zu schicken. Sein Wissen in Mathematik und Astronomie eignete er sich selbst an. Er baute sich ein Teleskop und einen Quadranten, um systematisch den Himmel zu beobachten, sagte Finsternisse und Sternbedeckungen voraus und berechnete die Positionen von Himmelskörpern. Mit seinen publizierten Ergebnissen zog der junge Flamsteed schon bald die Aufmerksamkeit der Royal Society auf sich. 1670 wurde er Jonas Moore vorgestellt, dem Generalinspektor der Königlichen Artillerie, der zu seinem Förderer wurde. So setzte dieser sich dafür ein, Flamsteed 1674 den Titel eines Magister Artium zu verleihen. Ein Jahr später ernannte König Karl II. ihn dann zum ersten königlichen Astronomen.

Wenn die Nacht zum Tag wird

Der Sternhimmel ist Milliarden Jahre alt, aber erst in den letzten Jahrzehnten ergraut er – zumindest für uns Erdbewohner. Schuld daran ist das von uns erzeugte künstliche Licht. Auch Sie können dazu beitragen, das öffentliche Bewusstsein für diese Form der Umweltverschmutzung zu schärfen.

>> Stefan Oldenburg



GREGG DINDERMAN, S & T; NACH: CHRISTOPHER ELVIDGE (NOAA, NGDC), CRAIG MAYHEW UND ROBERT SIMMON (NASA, GSFC)

Stellen Sie sich vor, Sie wandern durch einen Wald und treten auf eine Lichtung. Vor Ihnen liegt eine blumenübersäte Wiese im Morgenlicht. Alles scheint perfekt zu sein. Aber – kein Gezwitscher erfüllt die klare Luft des beginnenden Tags, nirgendwo am Himmel regt sich etwas: Es gibt keine Vögel! Oder stellen Sie sich vor, Sie schauen zum Himmelszelt und es zeigt sich von früh bis spät in eintönigem Hellblau: Es gibt keine Wolken! Und nun malen Sie sich als Letztes aus, wie es wäre, wenn Sie in den Nachthimmel blicken und dort statt eines sternbedeckten Firmaments eine hellgraue Fläche sehen: Es gibt keine Sterne!

Die ersten beiden Szenarien sind ausgedacht: Vögel und Wolken existieren zum Glück immer noch, auch wenn Letztere nicht gerade zu den besten Freunden der Astronomen gehören. Der ergraute Nachthimmel aber ist für ein Fünftel der Menschheit – darunter jeden zweiten Europäer – inzwischen Realität. Indem wir mit künstlichen Lichtquellen die Nacht zum Tag machen, berauben wir uns eines Stücks Natur. Zu nächtlicher Stunde sehen wir keine prachtvolle Milchstraße mehr, keine fernen Galaxien oder Sternschnuppen, sondern nur noch einige wenige der hellsten Sterne. Selbst fernab großer Städte wird es bei uns nicht mehr richtig dunkel. Damit fehlt etwas ganz Wesentliches in unserem Leben.

Für diese Form der Umweltveränderung, die immer größere Ausmaße annimmt, hat sich die irreführende Bezeichnung »Lichtverschmutzung« eingebürgert. Sie geht auf die Übersetzung des englischen Begriffs »light pollution« zurück und vermittelt den falschen Eindruck, es handle sich um verunreinigtes Licht. Allerdings ist das Licht selbst die Verschmutzung. Sinnvoller wäre es, von überflüssigen oder schädlichen Lichtemissionen zu sprechen. Bislang ist diese Problematik, die immer groteskere Formen annimmt (siehe Kasten zur »Aida diva«, S. 35), viel zu wenig ins öffentliche Bewusstsein gedrungen.

Künstliche Lichtquellen hellen den Nachthimmel auf, indem sie diffuses Streulicht freisetzen oder das Firmament direkt anstrahlen. Wassertröpfchen und Schwebstoffe in der Atmosphäre – also auch Luftschadstoffe – verstärken den Effekt. Die kleinen Tröpfchen und Partikel brechen das Licht unzähliger Beleuchtungsanlagen und streuen es in alle Richtungen. Hierdurch entsteht der Eindruck, als stünde man unter einer Lichtglocke, und astronomisches Beobachten wird zum Blick durch eine Milchglasscheibe.

Die Lichtglocken über dicht besiedelten Gebieten werden hauptsächlich von Fassaden- und Werbebeleuchtungen verursacht, aber auch von Laternen, die ei-

Der Wohlstand der Industrienationen strahlt zum Himmel, wie man aus dem Weltraum klar erkennen kann. Lichtverschmutzung ist verschwenderisch und umweltschädlich.

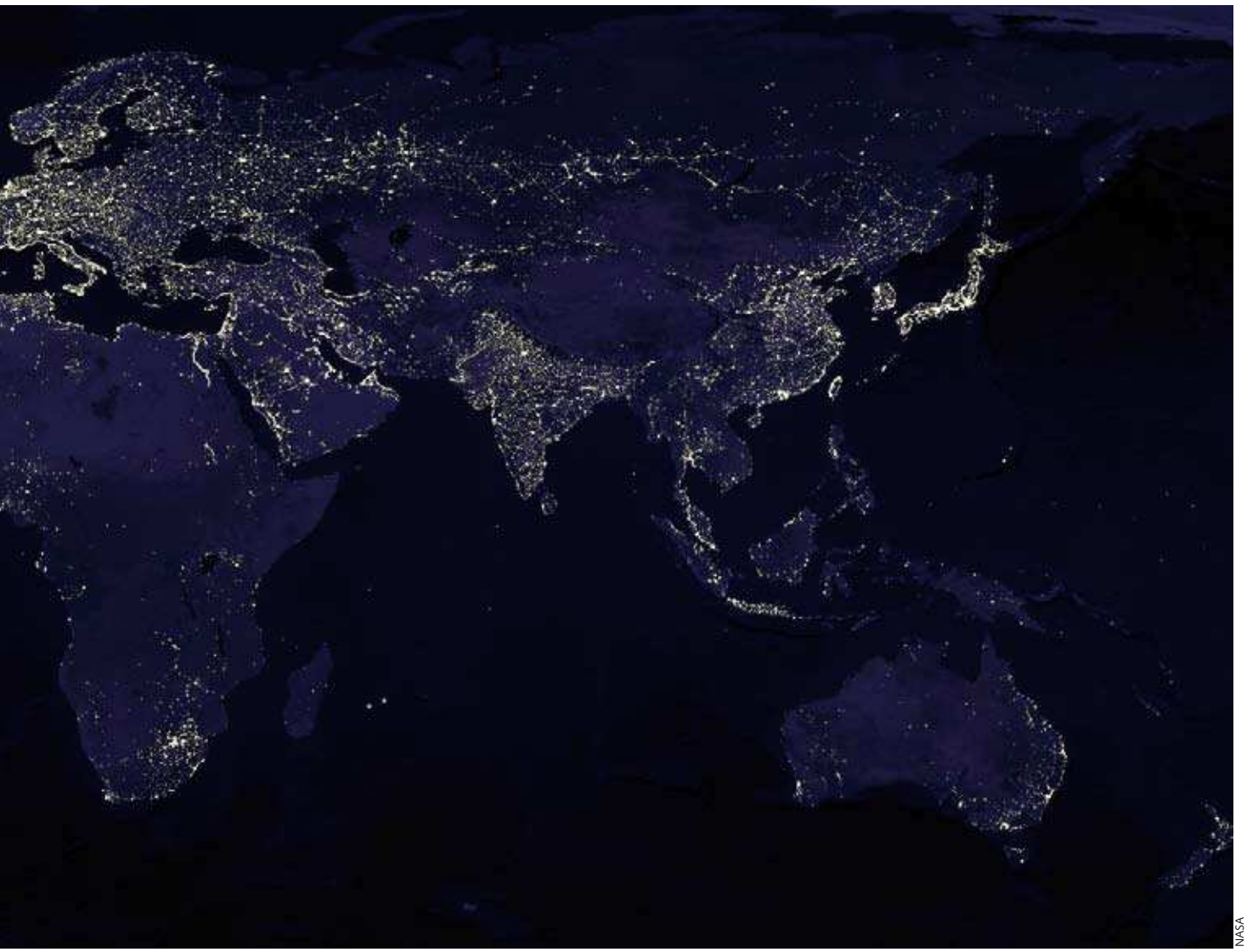
nen großen Anteil ihres Lichts zu den Seiten oder nach oben abgeben. Viele Straßenlampen und Flutlichtanlagen sind unsinnig konstruiert, weil sie nicht nur dorthin leuchten, wo das Licht benötigt wird. Schlecht abgeschirmte Laternen wirken sogar kontraproduktiv, indem sie blenden. Es besteht ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Bevölkerungsdichte und dem Ausmaß der Lichtverschmutzung. Auf der von der Nasa erstellten Weltkarte der Lichtverschmutzung (siehe Abbildung unten und S. 30/31) zeichnen sich die Ballungsräume deutlich ab, der strahlende Wohlstand der Industrienationen ist hier unübersehbar.

Licht fungiert in der Natur als Orientierungshilfe und Zeitgeber. Übermäßige Beleuchtung wirkt sich oft gravierend auf Pflanzen und Tiere aus – also auch auf den Menschen. So hat die flächendeckende Verbreitung von Laternen verheerende Folgen für nachtaktive Insekten. Falter, Netzflügler, Köcherfliegen und Käfer werden von Lampen geradezu magisch angezogen. Sie verlassen ihren Lebensraum und umschwärmen die Lichtquellen, vernachlässigen die Nahrungssuche, vermehren sich nicht mehr und werden zur leichten Beute anderer Tiere. Schätzungen zufolge verenden an jeder Straßenlaterne pro Sommernacht durchschnittlich 150 Insekten. Hochgerechnet auf die zirka 6,8 Millionen Straßenlampen in Deutschland sind das jede Nacht eine Milliarde tote Insekten.

Auch Zugvögel sind betroffen. Da sie meist nachts wandern, verlieren sie durch künstliche Lichtglocken oder einzelne Strahler – etwa Skybeamer, die zu Werbezwecken eingesetzt werden – häufig die Orientierung und sterben, weil sie gegen Hochhäuser fliegen oder unnötige Energie für Umwege aufbringen müssen. Auch bei Fischen, Amphibien, Reptilien und anderen Tieren sind diesbezüglich schädliche Wirkungen bekannt.

Jede Nacht sterben in Deutschland infolge von künstlicher Beleuchtung etwa eine Milliarde Insekten

Der Einfluss von künstlichen Lichtemissionen auf Pflanzen ist erstaunlich wenig untersucht. Im Gartenbau lassen sich Laternen gelegentlich nutzbringend einsetzen. Von Wildpflanzen hingegen wissen die Forscher, dass sie infolge übermäßiger Beleuchtung manchmal >



NASA

Wissen Sie, welche Vorteile ein Abo hat?

Abonnieren

>>> Sie zahlen im Inland nur € 56,– für das Jahresabonnement von ASTRONOMIE HEUTE (10 Ausgaben). Als Schüler, Student, Azubi, Wehr- oder Zivildienstleistender zahlen Sie auf Nachweis sogar nur € 50,–.

>>> Unter *www.astronomie-heute.de/archiv* haben Sie freien Online-Zugriff auf alle Hefte im Volltext seit der Erstausgabe.

>>> Für Ihre Bestellung bedanken wir uns mit einem Präsent Ihrer Wahl.

Weitere Prämien finden Sie im Internet

Empfehlen

Sie haben uns einen neuen Abonnenten vermittelt? Dann haben Sie sich eine Dankesprämie verdient und können zwischen folgenden Geschenken wählen:

Jahresabo spektrum**direkt**.
Die tägliche Wissenschaftszeitung im Internet mit über 16 000 Archivartikeln und vielen Links

Das Buch »Vom Regenbogen zum Polarlicht« erklärt verständlich die faszinierenden Leuchterscheinungen in der Atmosphäre

Die iTunes-Musikkarte im Wert von € 25,– für den Musicstore von Apple

Verschenken

Verschenken Sie ein Jahr Lesevergnügen! Das erste Heft des Abonnements verschicken wir mit einer Grußkarte in Ihrem Namen.

>> Abonnieren und profitieren Sie gleich unter: **www.astronomie-heute.de/abo**

Spektrum der Wissenschaft
Wissen aus erster Hand

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH | Slevogtstraße 3–5 | 69126 Heidelberg | Tel 06221 9126-743 | Fax 06221 9126-751
service@spektrum.com

ANDREAS HÄNEL

Auf der Kanarischen Insel La Palma gehen die Behörden gesetzlich gegen Lichtverschmutzung vor. Der Blick auf die Hauptstadt Santa Cruz de La Palma aber offenbart: Im Stadtzentrum rechts fallen etliche kaum abgeschirmte Leuchten auf, darunter Quecksilber-Hochdruckdampflampen, die sich durch grünliche Färbung verraten.

> früher blühen als üblich und dadurch späten Frosteinbrüchen leichter zum Opfer fallen.

Menschen sind durch die Aufhellung der Nächte direkt beeinträchtigt. Die Hormonproduktion in unserem Körper hängt zum Teil vom tageszeitlichen Hell-dunkel-Wechsel ab. Wird dieser genetisch festgelegte, natürliche Rhythmus über längere Zeit hinweg gestört, kann das Krankheiten verursachen.

Hell ist nicht gleich sicher

Jede überflüssige, schlecht konstruierte oder falsch ausgerichtete Lampe verschwendet Energie. Zwar gibt es bislang nur Schätzungen darüber, wie viel Strom durch bessere Lichtquellen eingespart werden kann, doch dürften zwanzig Prozent realistisch sein. Begrenzte Beleuchtungszeiten, effektivere Lampen, eine zielgenauere Beleuchtung (von oben statt von unten), die nur dort eingesetzt wird, wo es notwendig ist – dies alles kann Energie sparen helfen.

Oft wird das Argument »Licht ist gleich Sicherheit« ins Feld geführt. Doch das stimmt so pauschal nicht. Nicht nur übermäßig helle, sondern auch falsch konstruierte oder schlecht ausgerichtete Lampen blenden das Auge. Dadurch kommt es kurzzeitig zu einer dramatisch verminderten Sehfähigkeit, was im Straßenverkehr tödliche Konsequenzen haben kann. Einen interessanten Befund liefern in diesem Zusammenhang die Benelux-Staaten, die fast ihr gesamtes Autobahnnetz beleuchten. Die Unfallzahlen in diesen Ländern sind ähnlich hoch wie in EU-Staaten ohne Autobahnlaternen.

Und schließlich: Die Lichtverschmutzung ist der größte Feind der Astronomen und beeinträchtigt die Lebensqualität von uns allen, weil sie die natürliche Nachtumgebung und den Sternhimmel nahezu verschwinden lässt.

Leider wird es damit immer schlimmer. Schätzungen besagen, dass die Lichtverschmutzung in Deutschland jährlich zwischen sechs und neun Prozent zunimmt, in Italien zwischen zehn und zwölf Prozent. In Italien haben sich die Lichtemissionen in den vergangenen dreißig Jahren verzehnfacht, obwohl die Bevölkerungszahl unverändert blieb. Ein Grund hierfür liegt in der hohen Leuchtstärke moderner Außenlaternen. Zum Vergleich: Eine 60-Watt-Glühlampe liefert etwa 730 Lumen, eine 55-Watt-Natrium-Niederdrucklampe fast 8000 (das Lumen ist die fotometrische Einheit des Lichtstroms, Anm. der Red.).

Wer kennt heute noch Wolken, die als dunkle Schatten über den funkelnden Sternhimmel ziehen? Allenfalls im Hochgebirge erlebt man so etwas noch, denn hier reflektieren die Nachtwolken kein Großstadtlicht und sind einfach pechschwarz. Viele Amateurastronomen müssen kilometerweit fahren, um halbwegs brauchbare Beobachtungsbedingungen zu finden. Wer die glitzernde Pracht des Sternhimmels mit eigenen Augen erleben oder gute Astrofotos machen möchte, ist darauf angewiesen, in dünner besiedelte Regionen zu fliehen, wo der Himmel weniger aufgehellt ist.

Astronomen machen schon seit Langem auf dieses Problem aufmerksam, zumal sie in ihrer Arbeit bereits beein- >

Kampf gegen Lichtverschmutzung – Sie sind gefragt!

Im Juni startet ein einzigartiges Experiment, an dem auch Sie sich beteiligen können. Die aktuellen Sichtbedingungen zur Nachtzeit sollen durch eine einfache astronomische Beobachtung bestimmt werden. Je mehr Personen teilnehmen, umso besser ist das für die Aktion. Die Daten werden von der Kuffner-Sternwarte in Wien und der Thüringer Landessternwarte Tautenburg gesammelt und ausgewertet. Das Experiment ist der Testlauf für eine globale Kampagne, die 2009, zum Internationalen Jahr der Astronomie, alle Anti-Lichtverschmutzungsinitiativen weltweit zusammenbringt.

Als zirkumpolares Sternbild ist Ursa Minor – der Kleine Bär, auch Kleiner Wagen genannt – auf der Nordhalbkugel das gesamte Jahr über und während der ganzen Nacht am Himmel zu sehen und daher ideal für diesen Probelauf. Mit Hilfe von Sternkarten findet man ihn leicht, zumal er sehr einfach zu erkennen ist. Am besten eignet sich hierfür eine drehbare Sternkarte, auf der man die Jahres- und Uhrzeit einstellen kann – dort ist er genau in der Mitte.

Das ist Ihre Aufgabe:

1. Suchen Sie bei klarem Wetter und einer möglichst mondlosen Nacht einen Platz mit freiem Blick zum Firmament.
2. Suchen Sie den Kleinen Wagen am Himmel auf und betrachten Sie ihn mit bloßem Auge. Falls Sie eine Brille tragen, dürfen Sie sie benutzen; Feldstecher und Teleskope sind allerdings nicht erlaubt. Vergleichen Sie den Anblick des Sternbilds, der sich Ihnen bietet, mit den offiziellen Suchkarten der Kampagne, die Sie rechts abgebildet sehen (Sie können die Karten auch unter sternhell.at herunterladen).
3. Übermitteln Sie dann die Kennzahl derjenigen Suchkarte, die dem von Ihnen wahrgenommenen Anblick am stärksten ähnelt, zusammen mit Ort, Datum und Uhrzeit der Beobachtung, und zwar über das Beobachtungsformular auf der bereits genannten Webseite.

Tipps zur Beobachtung

Vermeiden Sie Orte, die von nahe gelegenen Lichtquellen direkt beleuchtet werden – etwa von Straßenlampen. Wenn Sie die Anleitung im Dunkeln lesen wollen, benutzen Sie eine rote oder mit der Hand abgedunkelte Taschenlampe. Vor der Beobachtung sollten Sie sich einige Minuten Zeit lassen, um Ihre Augen an die Dunkelheit zu gewöhnen. Sie können Ihre Beobachtung auch wiederholen, am besten an verschiedenen Tagen und/oder zu verschiedenen Zeiten. <<

> trächtigt waren, als es noch sehr viel weniger lichtverseuchte Gebiete gab. 1988 wurde in den USA die International Dark Sky Association (IDA, auf Deutsch: Internationale Vereinigung für einen dunklen Himmel) gegründet. Ihr geht es darum, »die Schönheit der Nacht zu bewahren«, wie es in ihrem Statut heißt.

Die IDA hat heute rund elftausend Mitglieder, die sich weltweit dafür engagieren, die Lichtverschmutzung einzudämmen. Die deutsche »Fachgruppe Dark Sky« der Vereinigung der Sternfreunde (VDS), die »Dark Sky Switzerland« (DSS) und einige andere europäische Arbeitsgruppen sind der IDA angeschlossen. Diese Organisationen möchten Politik und Bevölkerung auf die Probleme der Lichtverschmutzung aufmerksam machen, und sie haben durchaus Erfolg dabei. Allerdings ist das ein sehr mühseliges Unterfangen.

Viele Bemühungen – selbst viel versprechende – verlaufen oft im Sand. So erließ die Tschechische Republik 2002 als erster Staat der Welt ein strenges Gesetz gegen Lichtverschmutzung, setzte es aber nie um. Die Bestimmung definiert Lichtverschmutzung als »jede Form künstlicher Beleuchtung, die außerhalb des zu beleuchtenden Bereichs fällt, insbesondere wenn sie über die horizontale Ebene gerichtet ist«.

Gute Nachrichten gibt es eher auf lokaler Ebene. So hat Coldrerio im Südtessin als erste Schweizer Gemeinde im Februar 2007 ein Gesetz erlassen, wonach zwischen Mitternacht und sechs Uhr morgens – von wenigen Straßenlaternen abgesehen – keine Lichter mehr im Freien brennen dürfen.

Das größte europäische Observatorium der Nordhalbkugel – das Observatorio Roque de los Muchachos – wurde Mitte der 1980er Jahre auf der Kanarischen Insel La Palma errichtet. Das Eiland, von der Unesco zum Biosphärenreservat erklärt, gibt ein gutes Beispiel für den Schutz vor künstlichem Licht ab. Viele Straßenlaternen auf La Palma wurden umgestellt (nicht alle, wie das obige Foto von der Hauptstadt Santa Cruz zeigt), strenge Gesetze erlauben nur schwache Außen- und Werbebeleuchtungen.

Ein schleichendes Übel

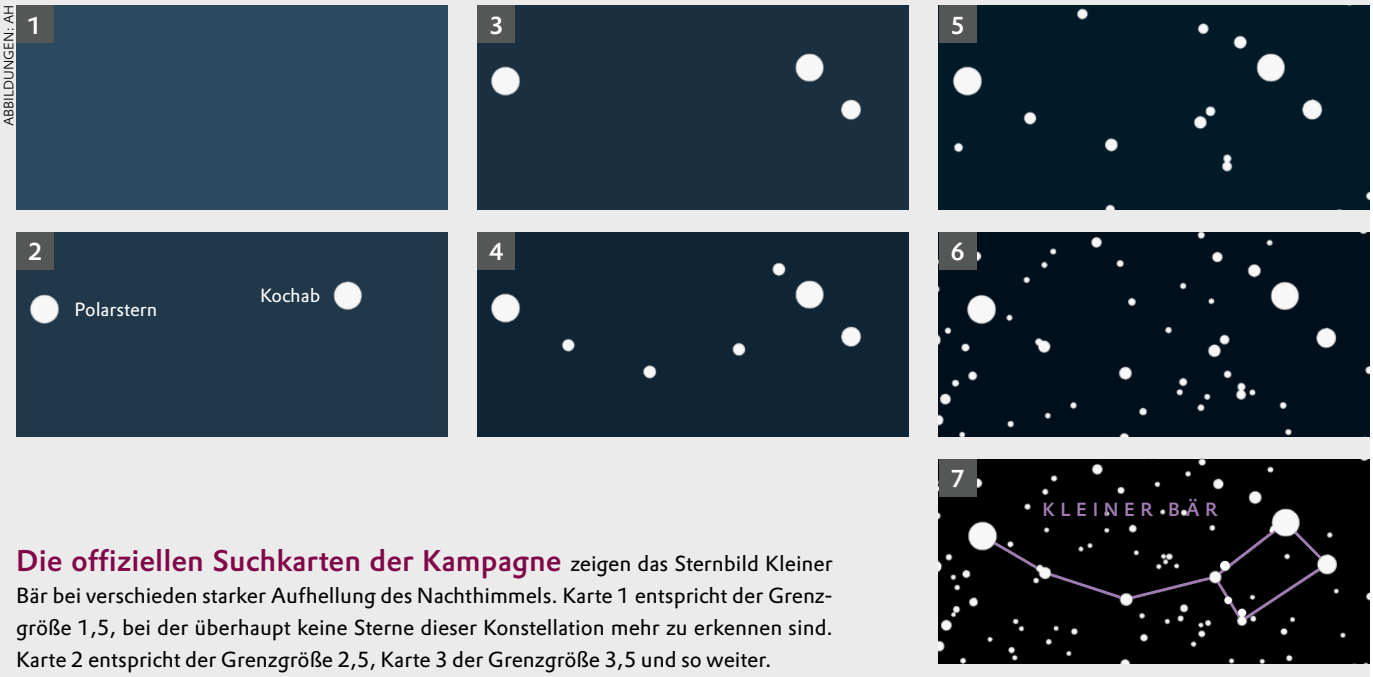
Um Mitternacht werden alle Natrium-Hochdruckdampflampen ausgeschaltet und durch Natrium-Niederdruckdampflampen (im selben Gehäuse!) ersetzt. Mut macht die Tatsache, dass die Einwohner diese Maßnahmen akzeptieren und unterstützen.

Lichtverschmutzung wird noch viel zu wenig als Problem wahrgenommen. Vielleicht deshalb, weil es oft keine detaillierten Angaben dazu gibt, welches Ausmaß sie inzwischen angenommen hat. Es liegt aber sicher auch daran, dass wir den »Lichtsmog« kaum bemerken. Unser Auge verkraftet Helligkeitsunterschiede von eins zu einer Billion und adaptiert sehr schnell an unterschiedliche Lichtverhältnisse. Diese enorme Anpassungsfähigkeit ist für uns überlebenswichtig, aber sie hat zur Folge, dass wir die allmähliche Aufhellung nicht bewusst wahrnehmen.

Wie lässt sich die Lichtverschmutzung messen? Zum Beispiel mit Methoden der Fernerkundung. Astronomen wenden ein Verfahren an, das zwar physikalisch nicht ganz exakt ist, aber einen guten Überblick über die räumlichen Unterschiede der künstlichen Aufhellung liefert. Sternbeobachter – sowohl Profis als auch Amateure – schauen an ihrem Wohnort, welche Sterne sie gerade noch erkennen können.

Dabei gilt: Je größer der Kontrast zwischen den Himmelsobjekten und dem dunklen Hintergrund ausfällt, desto besser sichtbar sind schwache Objekte – und der größte Kontrastkiller am Sternhimmel ist künstliches Licht. Je stärker also die Aufhellung des Nachthimmels, umso mehr Objekte verschwinden im Grau. Die Grenzgröße (das ist die Helligkeit der gerade noch sichtbaren Ster-

ABBILDUNGEN: AH



Die offiziellen Suchkarten der Kampagne zeigen das Sternbild Kleiner Bär bei verschieden starker Aufhellung des Nachthimmels. Karte 1 entspricht der Grenzgröße 1,5, bei der überhaupt keine Sterne dieser Konstellation mehr zu erkennen sind. Karte 2 entspricht der Grenzgröße 2,5, Karte 3 der Grenzgröße 3,5 und so weiter.

ne) ist also ein Maß für die Lichtverschmutzung.

Seit Beginn der 1990er Jahre gab es in den USA und Japan einige Beobachtungsprojekte, die die künstliche Aufhellung auf diese Weise erfasst haben – etwa die öffentliche Himmelsdurchmusterung »Projekt Orion« im Jahr 1995. Karten, die mit den Ergebnissen solcher Kampagnen erstellt wurden, zeigen eine hohe Übereinstimmung zwischen Bevölkerungsdichte und dem Grad der Lichtverschmutzung.

Das in Europa bislang umfassendste Projekt dieser Art heißt »Wie viele Sterne sehen wir noch?«. Es wurde 2001 von Günther Wuchterl, heute an der Thüringer Landessternwarte Tautenburg, initiiert. An der Kampagne beteiligten sich mehrere tausend Amateurastronomen, Studierende und Profis. Als Neuerung präsentierte Wuchterl Karten der Sternbilder Ursa Minor und Orion für verschiedene Grenzgrößen der Sterne, um es den Beobachtern zu vereinfachen, die Aufhellung des Himmels realistisch einzuschätzen. Das Projekt »Globe at Night«, das im März 2006 und erneut im März 2007 lief, lehnte sich an Wuchterls Methodik an.

Nun startet in Europa eine neue Kampagne: ein Probelauf für ein globales Vorhaben, das im »Internationalen Jahr der Astronomie« 2009 alle Dark-Sky-Initiativen weltweit miteinander vernetzen soll. An dieser Aktion – einer Kombination aus Schätzung und Messung – können auch Sie sich beteiligen! Sie benötigen hierfür lediglich einen Internetzugang. Die Aktion startet im Juni. Die späte sommerliche Dämmerung wird bewusst in Kauf genommen, um das Wechselspiel zwischen natürlichem Halbdunkel und künstlicher Aufhellung zu erfassen.

Den Sternhimmel retten

Genau wie bei Wuchterls Projekt senden die Teilnehmer auch hier ihre Daten direkt über die Projekt-Internetseite sternhell.at. Der jeweilige Beobachtungsort wird mittels des Computerprogramms »Google Earth« festgehalten und die Daten automatisch in die Karten beziehungsweise Satellitenbilder eingetragen. Parallel dazu sollen Amateure Messungen mit CCD- und Digitalkameras durchführen. Dazu bestimmen sie die Himmelshelligkeit knapp neben dem Polarstern. Es ist auch geplant, dass während der Dämmerung ganze Beobachtergruppen alle zehn bis zwanzig Minuten Daten erheben. Nähere Angaben dazu enthält der Kasten oben auf S. 36.

Das Problem der Lichtverschmutzung ist technisch relativ leicht in den Griff zu bekommen. Ökologisch sinnvolle Beleuchtungsanlagen für alle Zwecke sind längst entwickelt und ausgereift. Bislang aber beachten die Verantwortlichen die Empfehlungen von der IDA oder von nationalen Initiativen zu wenig und setzen sinnvoll konstruierte Leuchten zu selten ein.

Es geht nicht nur darum, technische Möglichkeiten auszuschöpfen, um Streulicht zu vermindern, sondern auch darum, das öffentliche Bewusstsein für diese Form der Umweltverschmutzung zu schärfen. Jeder Einzelne kann durch sein Verhalten zur Eindämmung des Problems beitragen. Die stärksten Anreize hierfür dürften eine niedrigere Stromrechnung und der Blick auf einen prächtigen Sternhimmel sein.

Wenn die weltweiten Beleuchtungsorgien hoffentlich bald nachlassen, dann profitiert davon auch jenes Fünftel der Menschheit, das seine Nächte derzeit unter grauem Himmel verbringt. Es kann sich dann nämlich beim Anblick von Sternschnuppen, die übers nächtliche Firmament huschen, wieder etwas wünschen. <<

Stefan Oldenburg wünscht sich, sein Teleskop jederzeit vors Haus stellen und in einen sternübersäten Nachthimmel abtauchen zu können – so wie ihn unsere Vorfahren kannten.

Barnards Milchstraße

Ein junger, ambitionierter Astronom im Amerika des 19. Jahrhunderts revolutioniert das damalige Verständnis der Galaxis.

>> William Sheehan

Wir schreiben das Jahr 1905. Das Mount Wilson Observatory in Kalifornien ist kaum ein Jahr alt. In einem kleinen, unter hoch aufragenden Kiefern gelegenen Nebengebäude der Sternwarte arbeitet einsam ein Astronom. Sein Werk wird unsere Vorstellungen von der Struktur der Milchstraße grundlegend verändern.

141 Nächte lang, vom Januar bis zum September 1905, fertigt Edward Emerson Barnard Weitwinkelaufnahmen von der Milchstraße an, insgesamt 480 Stück. Über drei Dutzend davon finden sich als Gelatinesilberabzug in seinem 1927 veröffentlichten monumentalen »Atlas of Selected Regions of the Milky Way«. Die großartigen Fotografien sind eine der ästhetisch ansprechendsten Serien astronomischer Bilder, die je zusammengestellt wurden. Und sie erwiesen sich als Werk von immenser wissenschaftlicher Bedeutung: Barnards Arbeit veränderte das über mehrere Jahrhunderte hinweg als gesichert geltende Wissen der Forscher über die Struktur der Milchstraße.

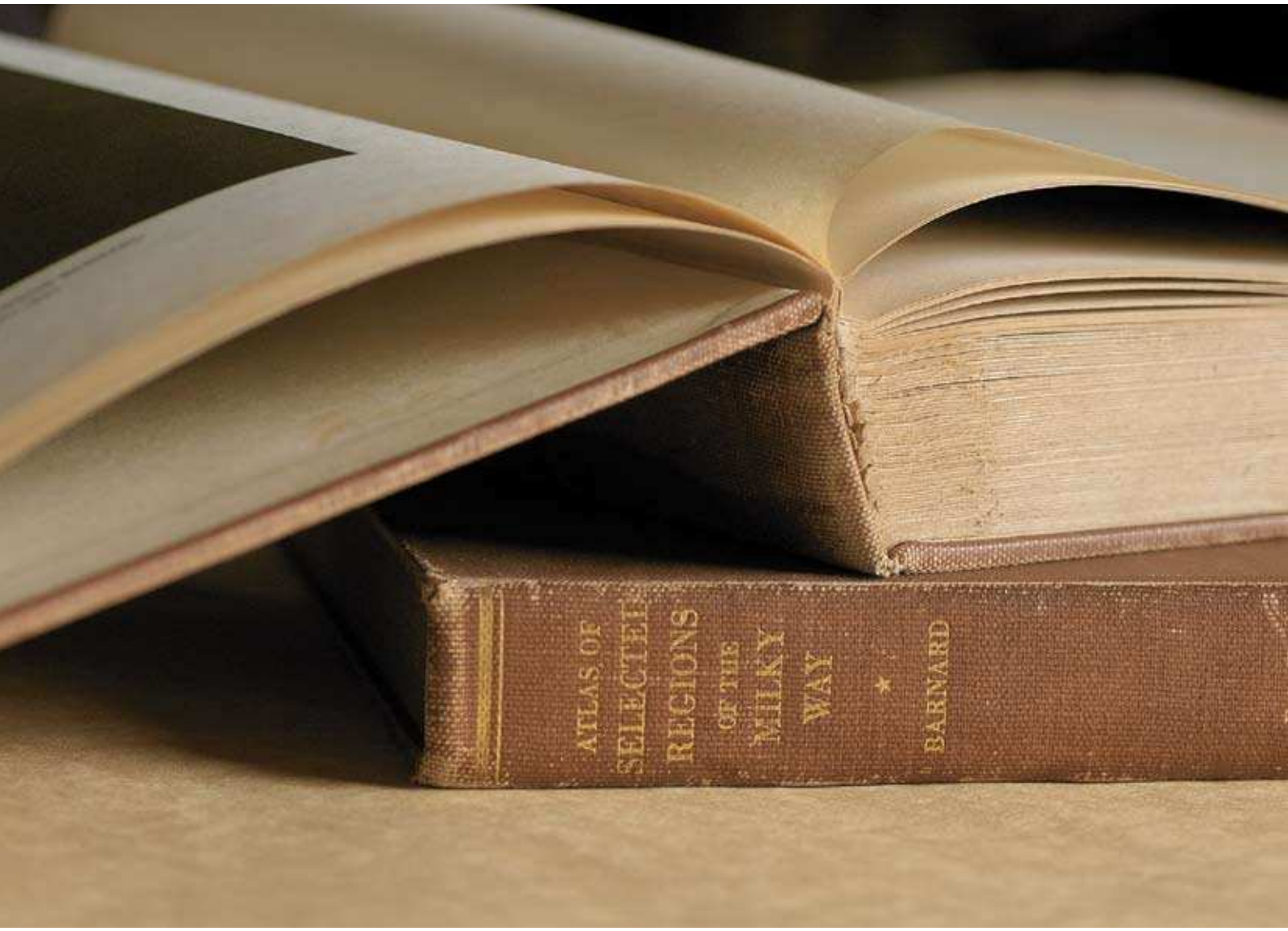
Barnard zählt zu den berühmtesten Beobachtern unter den Astronomen. Auch mehr als achtzig Jahre nach seinem Tod genießt er immer noch Aufmerksamkeit. Das spiegelt sich zum Teil in einer Vielzahl faszinierender Objekte wider, die seinen Namen tragen. Dazu gehören ein sich schnell bewegender Stern im Schlangenträger, eine nahe Zwerggalaxie im Schützen und ein riesiger leuchtender Bogen im Orion, die Barnard entdeckte. Hauptsächlich hat jedoch sein Katalog der Dunkelwolken in der Milchstraße zu seiner Bekanntheit beigetragen.

Eine Legende entsteht

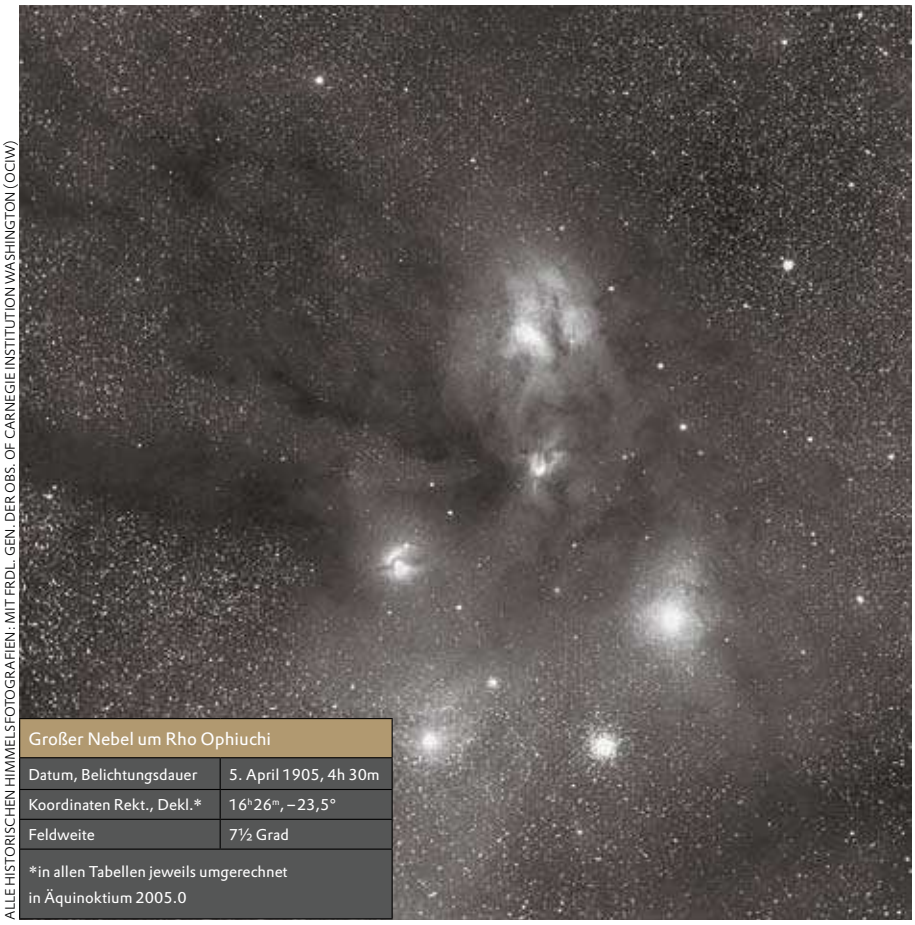
Barnard wird im Dezember 1857 in Nashville, Tennessee, geboren. Mit seinem Fleiß schafft er es, seiner ärmliche Kindheit hinter sich zu lassen und zu astronomischer Unsterblichkeit zu gelangen. Der Vater stirbt schon vor Edwards Geburt, die Mutter ist körperlich, sein älterer Bruder geistig behindert. Ganze zwei Monate schulischer Ausbildung genießt Barnard in seiner Jugend. Schon mit neun Jahren >

S&T, C. M. UTTER

Galaktischer Foliant Barnards monumentaler »Atlas ausgewählter Regionen der Milchstraße« erschien 1927, vier Jahre nach dem Tod des Astronomen. Er enthält rund drei Dutzend Aufnahmen der Galaxis.

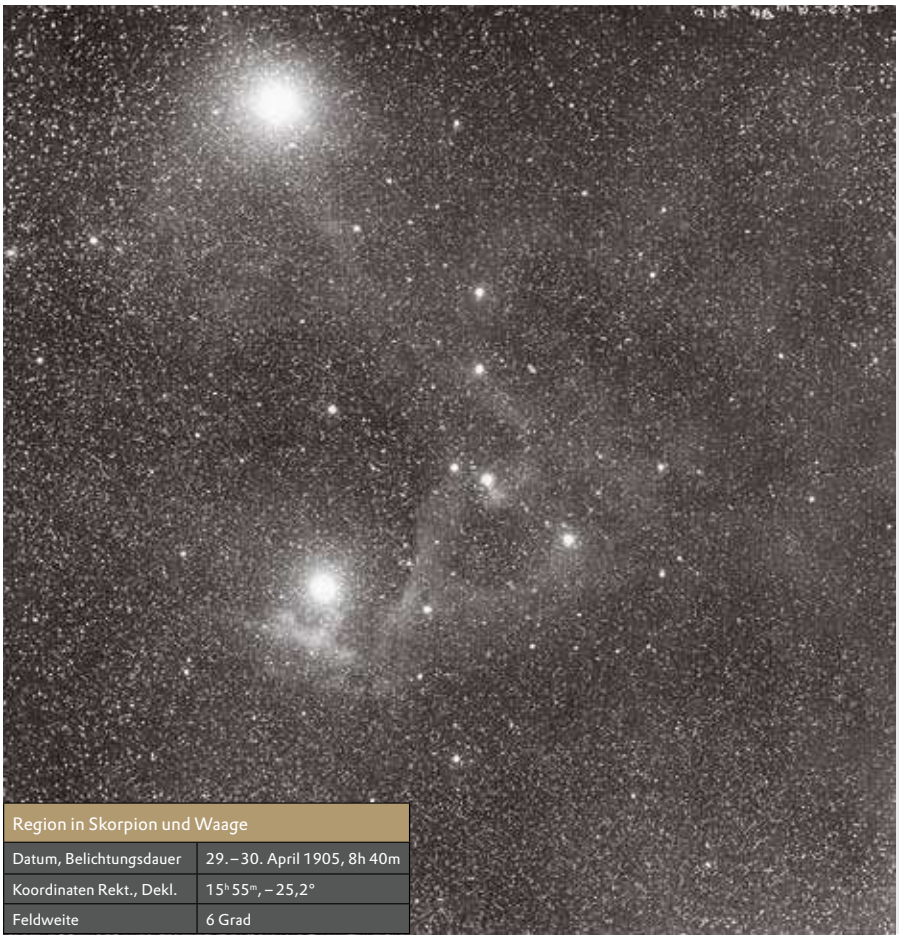

ATLAS OF
SELECTED
REGIONS
OF THE
MILKY
WAY
BARNARD

ALLE HISTORISCHEN HIMMELSFOTOGRAFIEN: MIT FRDL. GEN. DER OBS. OF CARNEGIE INSTITUTION WASHINGTON (OCIW)



Großer Nebel um Rho Ophiuchi	
Datum, Belichtungsdauer	5. April 1905, 4h 30m
Koordinaten Rekt., Dekl.*	16^h26^m, –23,5°
Feldweite	7½ Grad

*in allen Tabellen jeweils umgerechnet in Äquinoktium 2005.0



Region in Skorpion und Waage	
Datum, Belichtungsdauer	29.–30. April 1905, 8h 40m
Koordinaten Rekt., Dekl.	15^h55^m, –25,2°
Feldweite	6 Grad

> muss er arbeiten, um seine Familie zu unterstützen. Er findet einen Job in einer örtlichen Fotogalerie. Seine Aufgabe besteht darin, die gewaltige, auf dem Dach installierte Vergrößerungskamera »Jupiter« stets auf die Sonne gerichtet zu halten. Die Sonne dient als Lichtquelle für Vergrößerungen. Barnards Vorgänger waren auf ihrem Posten stets eingeschlafen.

Erste fotografische Beutezüge

Im Verlauf der nächsten zehn Jahre lernt Barnard ein Menge über fotografische Techniken. Als er mit 19 als Pfand für ein Darlehen ein Buch erhält, wird dadurch sein Interesse an der Astronomie geweckt. Seine ersten Beobachtungen führt der Jugendliche mit zwei kleinen und einfachen Linsenfernrohren durch, die er mit Hilfe eines älteren Freunds selbst gebaut hat. 1877 gibt er dann einen beachtlichen Teil seiner mageren Ersparnisse für einen Fünf-Zoll-Refraktor aus. In der ersten klaren Nacht nach Eintreffen des Instruments beobachtet er bis zur Morgendämmerung hindurch – vor allem Jupiter und die Milchstraße, »über ihr wunderbares Feld aus glitzernden Sonnen schweifend«.

Im Mai 1881 entdeckt der nun 23-Jährige bei den Streifzügen am Himmel seinen ersten Kometen. Danach findet er in

»Die Region um Rho Ophiuchi (oben) gehört zu den außergewöhnlichsten des Himmels«, schwärmt Barnard, und über den Nebel selbst: »Mit seinen entlegenen Verbindungen und dem dunklen Fleck, in dem er sich befindet, und den leeren Gassen, die von ihm aus nach Osten reichen, liefert er ein Bild, wie es interessanter am Himmel kaum vorkommt.« Das untere Foto ist die am längsten belichteten Platte im Atlas des Fotografen. »Gerade unterhalb der Bildmitte finden wir in dem Nebel eine breite runde Öffnung mit einem Durchmesser von knapp einem Grad«, beschreibt er. »In ihr ist der sternübersäte Hintergrund der gleiche wie an anderen Stellen des Himmels. Der Nebel jedoch dämpft das Licht der Sterne und verdeckt so viele der kleineren. … Aus der Untersuchung dieser Fotoplatte lässt sich viel lernen, insbesondere bezüglich der Verdunklung.«

so rascher Folge immer neue Schweifsterne, dass ihm dies eine Stelle an der nahe gelegenen Vanderbilt University einbringt. 1888 erhält er in Kalifornien eine der ersten Anstellungen als Astronom am neuen Lick Observatory auf dem Mount Hamilton. Als Barnard schließlich aufhört, gezielt nach den Schweifsternen zu suchen, ist er der erfolgreichste Kometenentdecker nach dem Franzosen Jean-Louis Pons.

Unter dem rabenschwarzen Himmel über dem Mount Hamilton unternimmt Barnard erste astrofotografische Versuche mit einer kleinen Porträtkamera. Doch deren nur einen Zoll große Objektivlinse erweist sich als zu klein, um die Milchstraße einzufangen. Barnard ersetzt sie durch eine Linse mit einem Durchmesser von sechs Zoll, die Edward S. Holden, der Direktor der Sternwarte, angeschafft hatte, um die totale Sonnenfinsternis im Januar 1889 aufzunehmen. Diese »Willard-Linse« – benannt nach dem Händler, der sie vertrieb – ist erfolgreich, wo die kleinere versagt hat. Am 1. August 1889 macht Barnard eine drei Stunden lang belichtete Aufnahme, die die Milchstraße im Sternbild Schütze als »wolkenähnliche Formen wie Wellen von Gischt« zeigt.

Im Zentrum der Fotoplatte befindet sich ein mysteriöses dunkles »Loch«, das Barnard bereits aufgefallen ist, als er von Nashville aus nach Kometen suchte. Auf späteren Aufnahmen der Milchstraße findet der Fotograf weitere dunkle Strukturen. Damals glaubte Barnard – so wie es die großen Beobachter William und John Herschel vor ihm getan hatten –, dass diese dunklen Zonen tatsächlich Regionen ohne Sterne seien, durch die wir »in die dahinterliegende Dunkelheit des Weltraums schauen«.

Mit Bruce zum Mount Wilson

Barnard erreichte viel während seiner Zeit am Lick Observatory, darunter die international gefeierte Entdeckung des fünften Jupitermonds Amalthea. Doch die Weitwinkelaufnahmen der Milchstraße blieben sein herausragendes Werk.

1895 verlässt er Lick – unter anderem auf Grund eines seit Jahren andauernden Streits mit dessen Direktor – und tritt eine Stelle an George Ellery Hales neuem Yerkes Observatory in Williams Bay im US-Bundesstaat Wisconsin an. Unglücklicherweise zeigt sich, dass der Himmel im Mittelwesten nicht so klar ist wie über dem 1300 Meter hohen Mount Hamilton. Zudem leidet der aus dem Süden stammenden Barnard unter den kalten Wintern im Norden der USA.

Barnards höchste Priorität ist es, auch am Yerkes Observatory die fotografische Erfassung der Milchstraße fortzuführen. Dazu sichert er sich die finanzielle Unterstützung von Catherine Wolfe Bruce aus New York City, einer reichen Erbin und Mäzenin der Astronomie. Mit diesen Mitteln kann Barnard ein Teleskop mit einem Zehn-Zoll-Objektiv speziell für Astrofotografie anschaffen. Das Fernrohr stammt von dem bekannten Instrumentenbauer John Brashear aus Pittsburgh, die Montierung von der Firma Warner and Swasey aus Cleveland.

Im Winter 1903, noch vor Eintreffen des Instruments, müht sich der Astronom mit dem Bau einer Kuppel zwischen dem Hauptgebäude des Observatoriums und seinem Haus an der Küste des Lake Geneva ab. Nach Weihnachten informiert er den in Kalifornien weilenden Hale über seine Fortschritte:

»Hier ist es sehr kalt und unangenehm. Wir hatten bis zu zwanzig Grad unter null. Es bleibt die ganze Zeit kalt mit gewaltigen Winden … Wir haben den Blechschmied dazu gebracht, herzukommen und die Blenden fertig zu stellen … Aber er muss noch einmal für die ganzen Lötarbeiten herkommen … Jetzt ist es dafür zu kalt.«

Als klar wird, dass Hale nicht an das Yerkes Observatory zurückkehrt, sondern ein Sonnenobservatorium auf dem Mount Wilson in Kalifornien aufbaut, disponiert Barnard um. Er setzt nun seine Hoffnungen darauf, dass der Observatoriumsleiter ihm ermöglichen wird, auch das Bruce-Teleskop dort unterzubringen. Doch da es nur einen rauen Pfad hinauf zum in 1700 Meter Höhe gelegenen Observatorium gibt, schlägt Hale stattdessen den Mount Lowe vor, der mit der Eisenbahn zu erreichen ist. Barnard schreibt daraufhin an Hale:

»Es ist wohl überflüssig zu erwähnen, dass ich es kaum erwarten kann, die südliche Milchstraße vom Mt. Lowe aus zu sehen … Ich habe unlängst um drei Uhr am Morgen auf die Milchstraße geschaut … diese herrliche Region im Skorpion und im Schützen zog gerade tief im Süden herauf, und ich hatte das Gefühl, dass es eine großartige Sache sein würde.« Doch Anfang 1904 blieben Hales Pläne für Barnard und das Bruce-Teleskop zunächst fraglich.

MIT FRDL. GEN. DER MARY LEA SHANE ARCHIVES OF LICK OBS., UCSC

Der Künstler und sein Instrument: Barnard 1892 mit dem 36-Zoll-Refraktor der Lick-Sternwarte

Barnard, stets nervös und aufgeregt, sitzt wie auf glühenden Kohlen. Als es schließlich im April keine Chance mehr für eine Expedition zum Mount Lowe zu geben scheint, installiert er das Bruce-Teleskop doch am Yerkes Observatory. Kurz darauf gelingt es Hale, die nötige Finanzierung für den Umzug zu sichern. So wird das Teleskop am 5. Dezember auf die Reise nach Westen geschickt – allerdings ohne das Zehn-Zoll-Objektiv. Das transportiert Barnard später selbst im Handgepäck.

Inzwischen gab es einen neuen Pfad hinauf auf den Mount Wilson. Der über 14 Kilometer lange, steile Weg begann an der Mündung des Eaton Canyon in Altadena, einem Vorort von Los Angeles, und zog in Serpentinen die Südseite der San- >

THE HUNTINGTON LIBRARY, SAN MARINO

Hütte im Freien Der Schutzbau für das Zehn-Zoll-Bruce-Teleskop mutet recht provisorisch an. Angesichts »umherstreunender Berglöwen« war Banard oft mulmig zu Mute, kein Wunder!

> Gabriel-Berge hinauf. Die Existenz des Pfads bedeutet für Barnard, dass er sich nicht länger auf den Mount Lowe beschränken muss, sondern auch vom Mount Wilson aus beobachten kann. Der mittlerweile fast fünfzigjährige Forscher erreicht die Sternwarte nach einem fünfstündigen Anstieg, den er größtenteils zu Fuß bewältigt. Das Objektiv lässt er beim Aufstieg von einem Maultier tragen.

Der Rund-um-die-Uhr-Fotograf

Der Astronom montiert das Bruce-Teleskop mit einem Zementpfeiler auf einem kleinen Hügel zwischen den Unterkünften und der Werkstatt der Sternwarte. Am 27. Januar 1905 macht er seine ersten Aufnahmen. In den folgenden Monaten schuftet er wie besessen. Er war bereits daran gewöhnt, mit sehr wenig Schlaf auszukommen – aber während seines Aufenthalts auf dem Mount Wilson scheint er völlig darauf zu verzichten. Der Spektroskopiker Walter Sydney Adams erinnert sich später:

»Barnards Arbeitszeit hätte jeden Mediziner entsetzt. Er betrachtete Schlaf als Zeitverschwendung. … Nachdem er bis Mitternacht beobachtet hatte, trank er eine große Menge Kaffee, arbeitete für den Rest der Nacht, entwickelte seine Aufnahmen und dann gesellte er sich beim Frühstück zu den Sonnenbeobachtern. Am Vormittag wässerte er seine Fotoplatten … In seltenen Fällen machte er am Nachmittag ein Nickerchen.«

Das manuelle Nachführen des Teleskops war eine ermüdende Arbeit, aber Barnard besaß gewaltige Willenskraft. Was – außer der Unmenge an Kaffee – trieb ihn an? Eine Motivation war sicherlich der Adrenalinstoß, den er jeden Tag verspürte, wenn er die Platten der letzten Nacht aus dem Entwicklerbad nahm und die Milchstraße darauf so detailliert sah wie niemand je zuvor.

In Barnards Tagen war die Astrofotografie etwas völlig anderes als jetzt. Heute wissen die Amateurastronomen, welche Objekte in dem Feld liegen, das sie aufnehmen. Wenn sie das Negativ erhalten, sehen sie zuerst nach, wie gut dieser Nebel oder jener Sternhaufen darauf erscheint, und prüfen, ob Fokussierung und Nachführung akkurat waren. Barnard dagegen wusste noch nicht, was sich zwischen den bekannten Objekten auf seinen Platten verbergen mochte. Er war ein Pionier auf unbekanntem Terrain.

Aufgang der Milchstraße

In jenen dunklen, einzig vom Licht der fernen Sterne durchdrungenen Nächten, oft in klösterlicher Einsamkeit, packte ihn gelegentlich eine Furcht, die viele Beobachter hin und wieder verspüren. Hales Sternwarte war noch nicht mehr als ein Vorposten, und der Schutzbau des Bruce-Teleskops (Foto links) lag zudem abseits der anderen Gebäude. Barnard war nicht nur vom Rest des Bergs isoliert, zeitweise war er sogar das einzige menschliche Wesen dort oben.

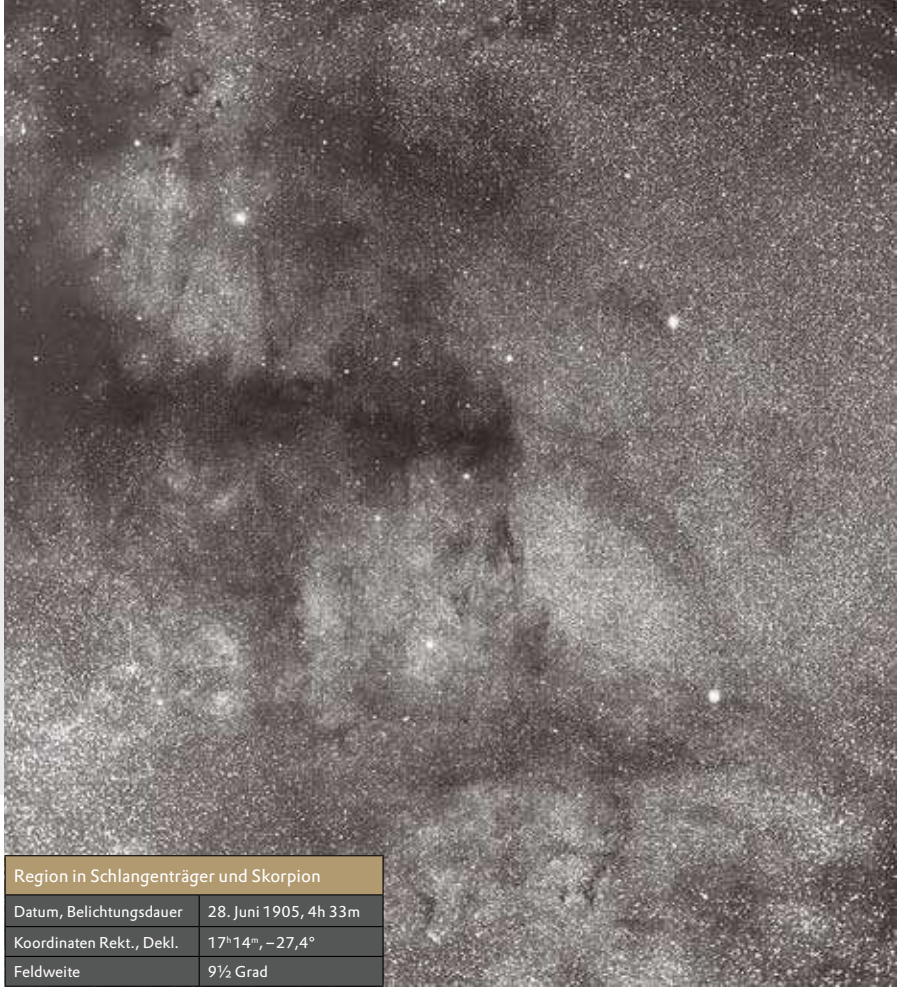
»Ich muss zugeben, dass die Einsamkeit manchmal, insbesondere in den Wintermonaten, bedrückend ist. Die tödliche Stille, unterbrochen nur vom grässlichen Schrei einer verirrten Eule, die über den Canyon hinwegfliegt, erzeugte eine unheimliche Furcht in mir. Ich konnte die Angst nicht unterdrücken, dass ich jeden Moment einem umherstreifenden Berglöwen zum Opfer fallen könnte … Am Anfang war ich so einsam, dass ich, wenn ich das Bruce-Gebäude betreten und das Dach zurückgeschoben hatte, die Tür verschloss und nicht wieder öffnete, bis ich gezwungen war, das Haus zu verlassen.«

Glücklicherweise bessert sich Barnards Stimmung mit Frühlingsbeginn. Das aus der Überwinterung erwachende Insektenleben heitert ihn auf.

»Die nächtlichen Ängste verschwanden, die Tür blieb offen und es war ein Vergnügen, dort zu sitzen und den Stimmen der Natur zu lauschen, während man das Teleskop bei einer langen Aufnahme nachführte, ohne an wilde Raubtiere zu denken. Niemand ahnt, welch beruhigende Wirkung diese nächtlichen Geräusche auf die Nerven haben, wenn man so einsam ist wie auf dem Mount Wilson.«

Barnard fotografiert den ganzen Frühling und Sommer hindurch, während

»(Diese Platte) enthält mit die bemerkenswertesten Merkmale des Himmels. Sie sind schwer zu beschreiben … Ein irregulärer Ausläufer, 1¾ Grad breit, verläuft südlich von Theta (Ophiuchi), von da aus in einem breiten irregulären Pfad mehr als vier Grad nach Westen, wo er abrupt an einer hellen Region endet … Ich habe das westliche Ende dieser bemerkenswerten Struktur (B 59) ›Spülbecken-Abfluss‹ genannt« (oben). Hinsichtlich der unteren Abbildung philosophiert der Astronom darüber, ob die dort sichtbaren Strukturen nicht vielleicht doch etwas anderes sein könnten als nur »tote«, nichtleuchtende Nebel. Die ungewöhnlichen Formen ließen in ihm Zweifel aufsteigen.



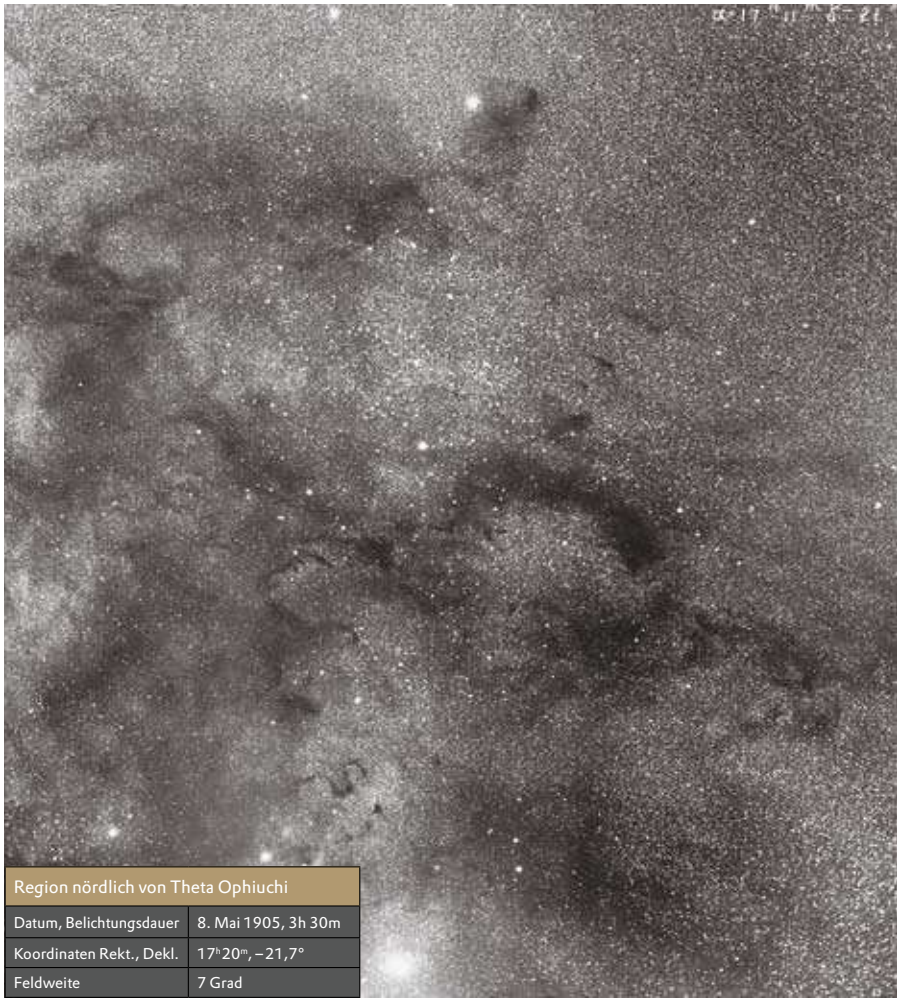
Region in Schlangenträger und Skorpion	
Datum, Belichtungsdauer	28. Juni 1905, 4h 33m
Koordinaten Rekt., Dekl.	17^h14^m, –27,4°
Feldweite	9½ Grad

das Zentrum der Milchstraße langsam am südlichen Himmel höher klettert. Stärker als alles andere faszinieren den chronisch Schlaflosen und »Observaholic« die dunklen Strukturen, über die er sich schon als junger Kometensucher in Nashville gewundert hatte. Sie sind unglaublich schön. Doch trotz ihrer Schönheit besitzen sie einen unheilvollen Aspekt – ähnlich wie für uns heute die Schwarzen Löcher und die Dunkle Materie. Handelt es sich um Leeren, wie die meisten damals glauben, oder um dunkle Silhouetten unsichtbarer Massen? Lange Zeit ringt Barnard ergebnislos mit dieser Frage.

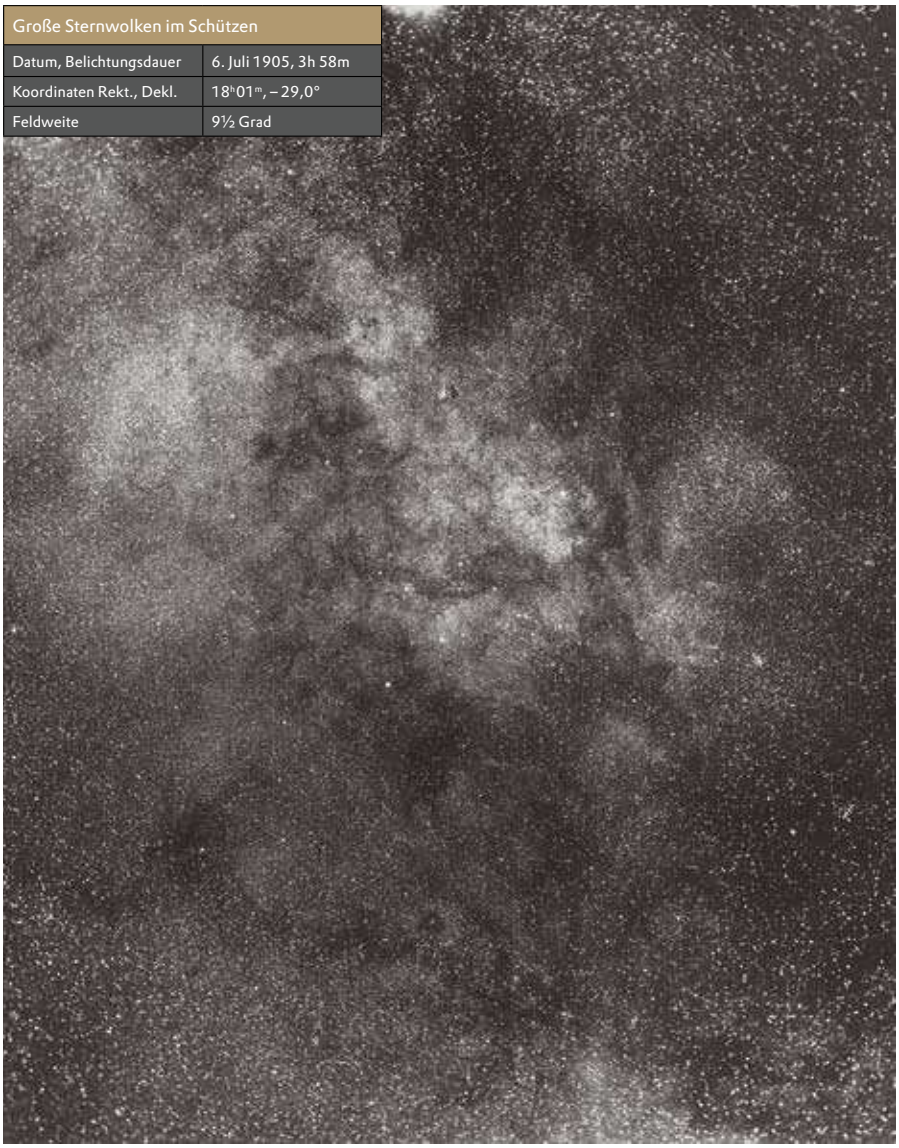
Revolutionäre Idee: »Leeren« oder dichte Wolken?

Die Fotografien vom Mount Wilson und jene aus der Zeit, nachdem das Bruce-Teleskop Ende 1905 nach Yerkes zurückgebracht worden war, lassen Barnard seine früheren Vorstellungen neu überdenken. Er beginnt zu akzeptieren, dass die scheinbaren Leeren durch Wolken aus Materie erzeugt werden könnten, die das Licht der dahinterliegenden Sterne blockieren.

»Zunächst glaubte ich nicht an diese dunklen, verdeckenden Massen. Es gab keinen schlüssigen Beweis. Doch meine eigenen Fotografien lieferten mehr und mehr Indizien, und dies – insbesondere die visuelle Inspektion einiger jener Aufnahmen – überzeugte mich schließlich davon, dass viele dieser dunklen Struk- >



Region nördlich von Theta Ophiuchi	
Datum, Belichtungsdauer	8. Mai 1905, 3h 30m
Koordinaten Rekt., Dekl.	17^h20^m, –21,7°
Feldweite	7 Grad



Große Sternwolken im Schützen	
Datum, Belichtungsdauer	6. Juli 1905, 3h 58m
Koordinaten Rekt., Dekl.	18^h01^m, –29,0°
Feldweite	9½ Grad

»Die prächtigsten galaktischen Wolken«, die von seinem Standort aus sichtbar waren, hielt Barnard auf der Fotoplatte fest. Eine dieser »Sternenmassen an der westlichen Kante der Wolken, im Kontrast zu den Regionen mit weniger Sternen«, beschreibt er als »die rohe, einer Bestie gleichenden Form, mit einem runden Kopf, Nase, Maul, Ohren und großen, starrenden Augen. Ein Seil aus Sternen, scheinbar an ihrem Hals befestigt, zieht sich nach Norden, während der Körper der Bestie sich oberhalb des Kopfs in einer Kurve nach Nordwesten erstreckt … Der Mittelpunkt des Körpers liegt bei (17^h54^m,–28°42′), die Mitte des Kopfs bei (17^h53^m, –30°02′)«.

> turen … wirklich verdeckende Körper wären.«

Barnard erkennt auch, dass solche Wolken von immenser Bedeutung wären. Seine Worte zeugen von enormer Voraussicht: »Aus der Existenz der dunklen Nebel lässt sich schließen, dass ihre Masse viel größer ist als die der gewöhnlichen Nebel. Denn sie sind vollständig undurchsichtig und müssen deshalb relativ dicht und entsprechend massereich sein. Und wenn das so ist, dann müssen wir ihre großen Massen bei einer Untersuchung der Bewegung der Sterne mit berücksichtigen.«

Barnards Akzeptanz des verdeckenden Materials kommt nicht wie eine Erleuchtung, sondern eher als ein sich langsam wandelnder Glaube. Möglicherweise widerstrebt ihm die Abkehr von seiner ursprünglichen Ansicht auch deshalb, weil der große Astronom William Herschel diese ebenfalls vertreten hatte. Der bezeichnete die dunklen Gebiete als Öffnungen im Himmel.

Virtuose zum rechten Zeitpunkt

Herschels und Barnards Ansichten basierten ausschließlich auf der visuellen Erscheinung der sternlosen Zonen, auch wenn Barnards Fotografien einen überragenden Blick erlaubten. Erst der nach ihm kommenden Astronomengeneration gelang es mit Hilfe der Spektroskopie und anderer neuer Werkzeuge, den unwiderlegbaren Beweis für die Existenz der verdeckenden Wolken zu liefern. So wie Herschel Barnard beeinflusst hatte, beeinflusste nun Barnards Schluss, dass die verdeckende Materie existieren müsse, die nachfolgenden Astronomen.

Selbst heute, nach einem Jahrhundert, sind Barnards Aufnahmen der Milchstraße unübertroffene ästhetische Wunder. Seine bemerkenswerte Beherrschung der fotografischen Technik war sicherlich eine der Ursachen für seinen Erfolg. Er besaß den Blick eines Künstlers, arbeitete sehr sorgfältig und widmete dem Nachthimmel unzählige Stunden unermüdlicher Aufmerksamkeit. Doch er hatte auch Glück: das Glück, gerade in dem Moment einer der Pioniere der Astrofotografie zu sein, als die Technik erstmals in der Lage war, einen Kosmos zu enthüllen, der dem menschlichen Auge zuvor verborgen gewesen war. <<

William Sheehan folgte drei Jahre lang den Spuren E. E. Barnards, von Nashville um die Welt und wieder zurück, um für seine Biografie des legendären Astronomen zu recherchieren. Sie erschien 1995 bei Cambridge University Press unter dem Titel »Immortal Fire Within«.

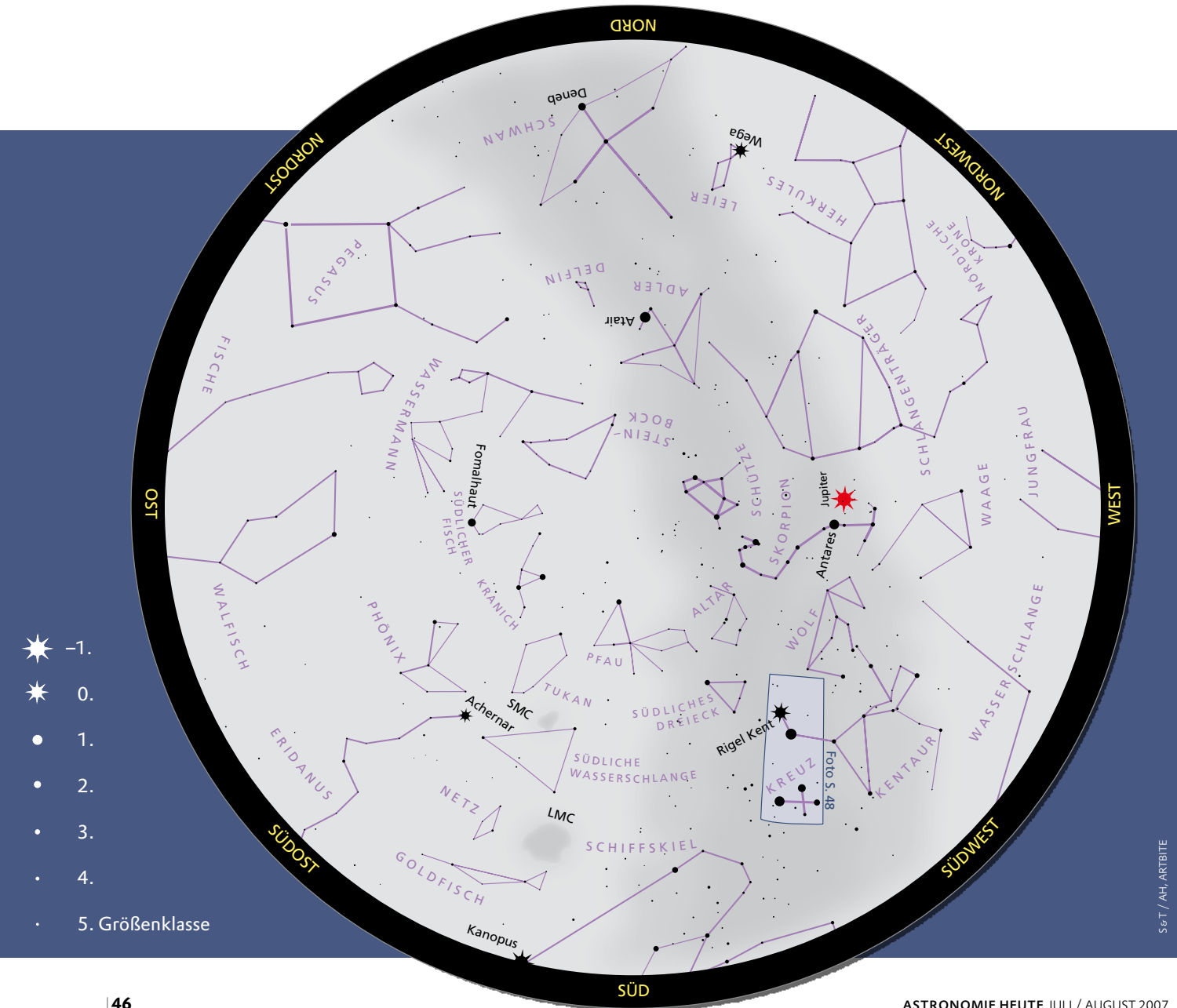
Unsere nächsten Nachbarn

Von Alpha Centauri hat jeder schon einmal gehört. Aber um ihn sehen zu können, müssen Sie auf die Südhalbkugel der Erde reisen!

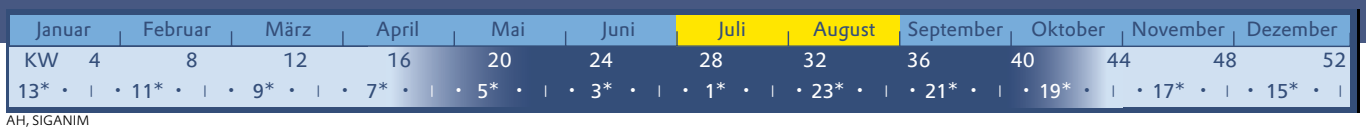
>> Greg Bryant

Welcher Stern ist uns am nächsten? Wenn Sie diese Frage stellen, werden die meisten Menschen die Antwort am nächtlichen Firmament suchen. Aber des Rätsels Lösung ist natürlich: unsere Sonne. Lassen wir sie einmal außen vor und stellen die Frage erneut. Diesmal ist die richtige Antwort: ein Stern, der hoch am Winterhimmel der südlichen Erdhalbkugel steht. Sirius scheint ein viel versprechender Kandidat zu sein – schließlich strahlt er hell, also sollte er nicht allzu weit entfernt sein. Sirius erreicht –1,4te Größe und ist in der Tat einer der nächsten Sterne. Allerdings trennen uns von ihm immer noch 8,6 Lichtjahre, andere sind uns noch näher.

Wie wäre es mit Kanopus? Mit –0,6ter Größe ist er der zweithellste Stern und schrammt in den Karten dieser Seiten am



S&T / AH, ARTBITE



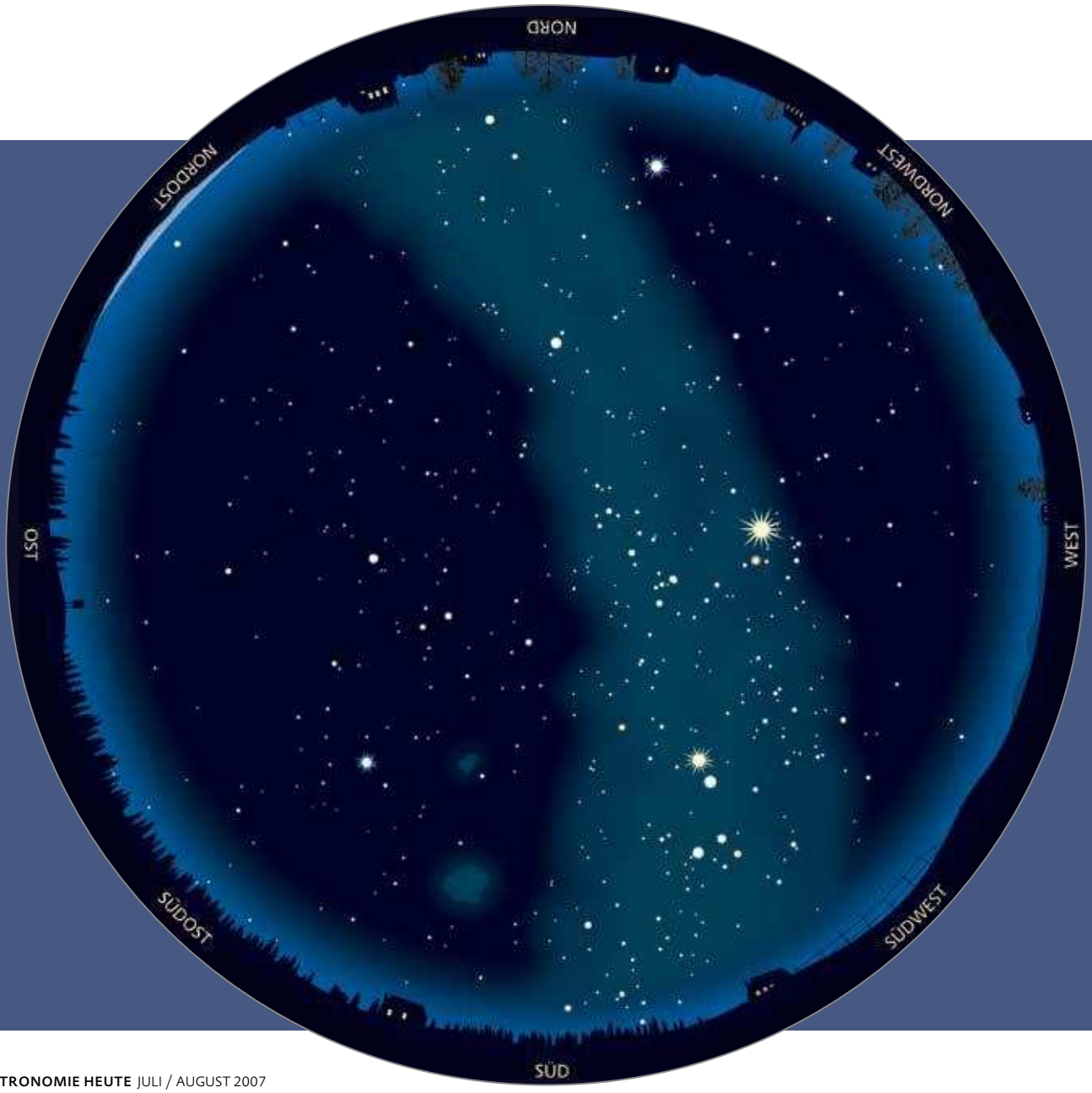
AH, SIGANIM

Südhorizont entlang. Aber dieses Mal täuscht die Helligkeit: Kanopus ist rund dreihundert Lichtjahre weit weg, sodass uns Tausende von Sternen näher sind.

Der dritthellste Stern am Nachthimmel ist Alpha Centauri mit –0,3ter Größe, halbhoch im Südwesten auf unseren Karten. Dieses Sternsystem ist tatsächlich unser nächster Nachbar.

Es ist eine historische Tatsache, dass die erste veröffentlichte Entfernungsmessung an einem Stern außerhalb des Sonnensystems an 61 Cygni gelang. Der deutsche Astronom Friedrich Bessel publizierte seine Ergebnisse 1838 (AH Oktober 2004, S. 22). Thomas Henderson, ein Schotte, führte jedoch schon während seines Aufenthalts in Südafrika 1832 bis 1833 Parallaxenmessungen an Alpha Centauri und anderen hellen Sternen durch. Als er nach seiner Rückkehr nach Großbritannien seine Messungen auswertete, bestimmte er für Alpha Centauri eine Entfernung von etwa 3,25 Lichtjahren. Da er der Genauigkeit dieses Werts jedoch misstraute, zögerte er mit der Veröffentlichung – und Bessel kam ihm zuvor. Moderne Beobachtungen liefern für Alpha Centauri eine Entfernung von 4,4 Lichtjahren, das Licht, das wir in den Juliabenden sehen, verließ den Stern also Anfang 2003. >

Der Himmel für 35 Grad südlicher Breite Das entspricht etwa der Linie Sydney (Australien) – Kapstadt (Südafrika) – Buenos Aires (Argentinien). Dieser Ausschnitt gilt dort in der jeweiligen Ortszeit zu den in der Zeitleiste (oben, ohne Sommerzeitkorrekturen) angegebenen Uhrzeiten, also zum Beispiel in der zweiten Julihälfte um Mitternacht.



S & T / AH, ARTBITE

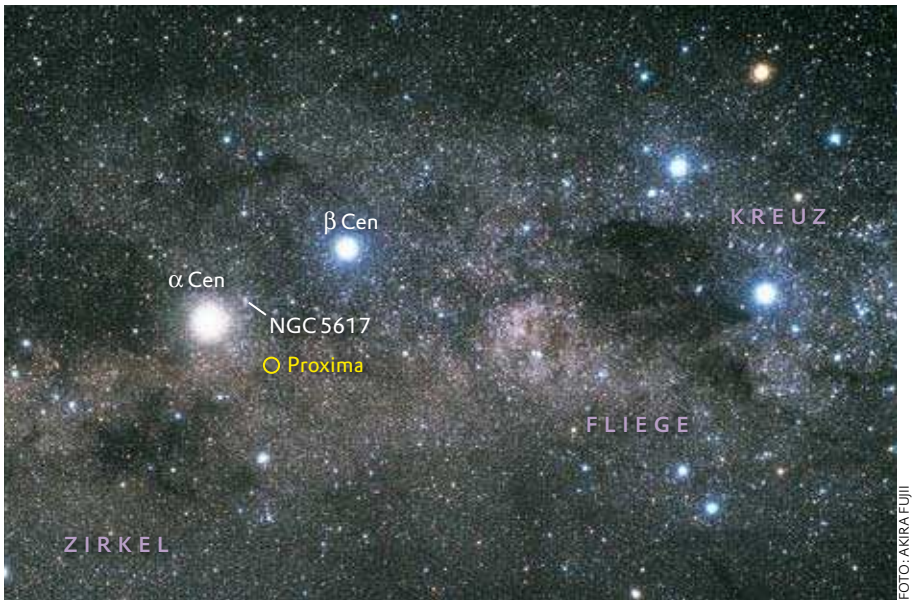


FOTO: AKIRA FUJII

Der nächste Stern nach unserer Sonne ist der nur 11. Größe helle Rote Zwergstern Proxima Centauri. Er steht zwei Grad rechts unterhalb von Alpha und geht zwischen den unzähligen Milchstraßensternen verloren.

> Der Kentaur (»Centaurus«) ist ein altes Sternbild; er gehört zu den 48, die Ptolemäus im zweiten vorchristlichen Jahrhundert beschrieb. Während er heute tief im Süden steht, stand er vor zwei Jahrtausenden noch weiter nördlich, sodass er vom Mittelmeerraum aus gut zu sehen war. In der griechischen Mythologie stellt er den weisen Kentauren Cheiron dar, ein Mischwesen: halb Mensch, halb Pferd. Er war der Lehrer von Jason (aus der Argonautensage) und Herkules.

Obwohl der Stern unter der Bezeichnung Alpha Centauri am bekanntesten ist, trägt er auch die Bezeichnung Rigil Kentaurus, kurz: Rigil Kent. Sie stammt aus dem Arabischen und bedeutet »Fuß des Kentauren«. Seine beiden weiteren Namen, Toliman und Bungula, sind weniger gebräuchlich.

Als der Jesuit Jean Richaud 1689 im südindischen Pondicherry (dem heutigen Puducherry) sein Teleskop auf Alpha Centauri richtete, sah er einen Doppelstern: Zwei helle Lichtpunkte standen nahe beieinander. Die beiden Sterne umkreisen einander alle achtzig Jahre auf einer elliptischen Bahn, wobei ihr Abstand zwischen 11 und 36 Astronomischen Einheiten (AE) schwankt. Eine AE entspricht der durchschnittlichen Entfernung der Erde von der Sonne. 2035 erreichen sie ihr Periastron – stehen sich somit am nächsten. Zurzeit liegen sie weniger als zehn Bogensekunden auseinander, kein Vergleich mit den zwanzig Bogensekunden, als ich dieses Juwel des Südhimmels vor zwanzig Jahren zum ersten Mal beobachtete. Noch gut ein Dutzend Jahre lang wird ihr Abstand immer geringer werden.

Studien über die Eigenbewegung der Sterne zeigten 1915, dass ein benachbarter Stern 11. Größe ebenfalls zu dem Alpha-Centauri-System gehört. Seine Entfernung wurde 1917 mit 4,2 Lichtjahren bestimmt, was ihn zum nächsten Nachbarstern macht und sich in seinem Namen niederschlägt: Proxima Centauri. Auch wenn viele Astronomen davon ausgingen, dass er mit Alpha Centauri ein Dreifachsystem bildet, war dies im 20. Jahrhundert unbewiesen. Erst im letzten Jahr kamen Jeremy Wertheimer und Gregory Laughlin von der University of California in Santa Cruz zu dem Ergebnis, dass Proxima Centauri »mit sehr, sehr hoher Wahrscheinlichkeit« durch die Schwerkraft an die beiden Sterne von Alpha Centauri gebunden ist. Mit der zunehmenden Genauigkeit künftiger Messungen dürfte diese Verbindung noch besser belegt werden.

Das zeigt einmal wieder, dass es noch viel über die Sterne in unserer Nachbarschaft zu lernen gibt. <<

Greg Bryant ist der Herausgeber der australischen Ausgabe von Sky & Telescope und arbeitet in Sydney.

WISSEN
WAS HEUTE WICHTIG IST

Die Redaktion von spektrumdirekt informiert Sie schnell, fundiert und verständlich über den Stand der Forschung.

www.spektrumdirekt.de/heute

spektrumdirekt
Die Wissenschaftszeitung im Internet

FELDSTECHERTIPP

Sechs Richtige im Sommerlotto

Die Monate Juli und August sind diejenigen, in denen das Sternbild Schütze (»Sagittarius«, Sgr) am höchsten über den Horizont klettert. Hier blicken wir auf den hellsten und breitesten Teil der Milchstraße, wo auch das Zentrum unserer Galaxis liegt. Die Anzahl der sichtbaren Deep-Sky-Objekte wie Sternwolken, Kugelsternhaufen und leuchtende Nebel ist in dieser Region außerordentlich hoch. Es sind Objekte mit so viel versprechend klingenden Namen wie Lagunen-, Omega- und Trifidnebel. Somit haben Sie ausgezeichnete Voraussetzungen, gleich »sechs Richtige« zu erwischen.

Den ersten Treffer landen Sie im benachbarten Sternbild Schlange: M16, ein offener Sternhaufen, der im Feldstecher gut zwei Dutzend Sterne zeigt. Nur wenig weiter südlich wird M17, der Omega- oder Schwanennebel, sichtbar, in einer klaren Nacht mit ausgezeichneter Durchsicht sogar schon für das bloße Auge. M24, die Kleine Schützenwolke, wirkt im Feldstecher gigantisch. Dort haben Sie die Möglichkeit, weit in der Milchstraße liegende Sterne zu erspähen, die durch einen Tunnel im interstellaren Staub sichtbar werden. Die beiden nächsten Ziele, M21, ein kleiner offener Sternhaufen, und M20, der Trifidnebel, sehen besonders reizvoll aus, da sie gemeinsam im großen Gesichtsfeld eines Feldstechers bewundert werden können. Aber auch hier ist erstklassige Horizontsicht Voraussetzung. Das letzte Objekt mit der fantasievollen Bezeichnung Lagunennebel, M8, ist wiederum ohne weitere Hilfsmittel erkennbar. Eigentlich besteht M8 aus zwei Objekten: dem im Vordergrund stehenden offenen Sternhaufen NGG 6530 und dem eigentlichen diffusen Nebel NGC 6523. Der Feldstecher löst den Sternhaufen in etwa zwei Dutzend Sonnen auf, die in einem schönen Kontrast zum schwachen Leuchten des Nebels stehen.

Versuchen Sie doch Ihr Glück. Sechs Richtige sind gar nicht so schwer!

>> Lambert Spix

Um alle Objekte in dieser Region gebührend zu bewundern, reicht eine Sommernacht allein nicht.

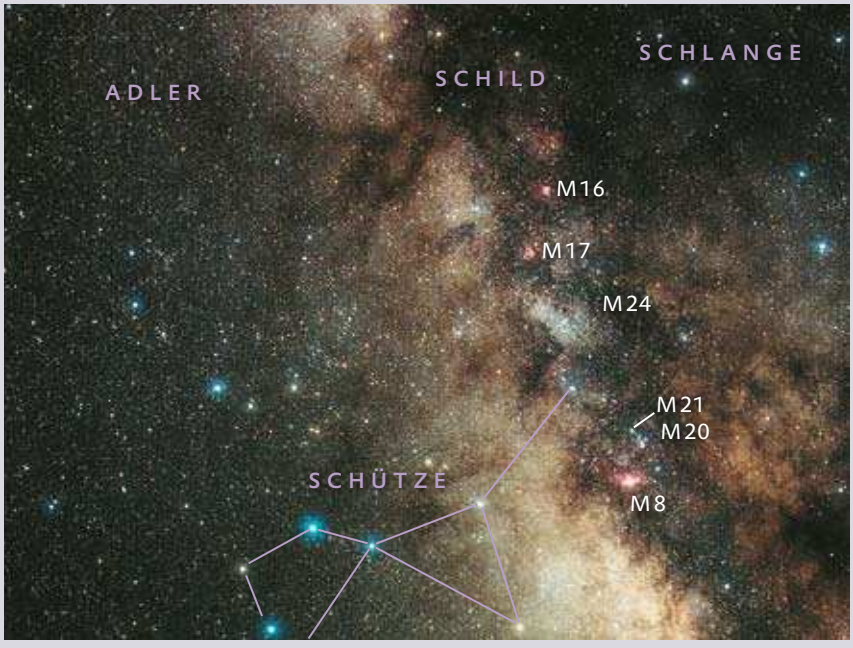


FOTO: ECKHARD SLAWIK

STEFAN SEIP

Beobachtungsziel Vollmond

Geheimnisvoll wirkt der Vollmond auf viele Menschen. Die meisten Astronomen hingegen stört sein Licht nur – obwohl er einiges zu bieten hat.

Wenn unser Trabant hoch am Himmel steht, lassen viele ihr Teleskop im Haus – zu Unrecht! **>> Andrew Chaikin**

Wir Sterngucker haben eine Daueraffäre mit dem Mond. Und nie ist unser direkter Himmelsnachbar attraktiver, als wenn er rund und hell ist. Auf mich wirkt der aufgehende Vollmond so berückend schön, so magisch, dass ich alles stehen und liegen lasse, wenn ich ihn sehe. Es liegt etwas Besonderes im Anblick dieser strahlenden, scheinbar riesigen Kugel, die zwischen den Wolken schwebt, als ob sie sich in den äußeren Gefilden der Erdatmosphäre befände – oder vielleicht in einer riesigen Bilderbuch-Illustration.

Sternfreunde dagegen empfinden sein helles Licht meist als Ärgernis, da dieses jedes Schimmern von weit entfernten Nebeln und Galaxien überstrahlt. Dafür bietet der Vollmond selbst seine eigenen Sehenswürdigkeiten, die zu anderen Zeitpunkten nicht zu erkennen sind. Das Tolle ist: Sie können sie nicht nur bei Vollmond sehen, sondern auch ein oder zwei Nächte davor und danach.

Zu Gast beim Mann im Mond

Beginnen Sie Ihre Erkundung einfach mit dem bloßem Auge. Achten Sie zunächst auf die dunklen und hellen Gebiete. Das sind die »Meere« aus erstarrter Lava – die so genannten Maria – und die schroffen Hochländer, die Terrae. Ohne Fernrohr betrachtet bildet das Muster aus dunklen Flecken ein Gesicht: den »Mann im Mond«. Andere Kulturen sehen hier eine Frau, einen Hasen oder eine Kröte (»Woher kommt der Mann im Mond«, AH 1-2/2006, S. 84).

Das helle Licht des Vollmonds zeugt von einer ungewöhnlichen Eigenschaft seiner Oberfläche, die von einer dicken Schicht aus feinkörnigem Staub bedeckt ist. Normalerweise wird Sonnenlicht, das auf eine raue, felsige Oberfläche trifft, in alle Richtungen gestreut. Doch Wissenschaftler haben herausgefunden, dass der oberste Teil der Staubschicht im mikroskopischen Bereich eine spezielle Struktur besitzt. Dadurch wirft er das Licht am stärksten direkt in die Richtung zurück, aus der es kommt (ein Phänomen, das man Rückstreuung nennt). Wenn wir den Vollmond anschauen, dann steht die Sonne, die sein »Gesicht« bescheint, direkt hinter uns, und ein großer Teil des Lichts, das der Mondstaub streut, strahlt in unsere Richtung – eben-

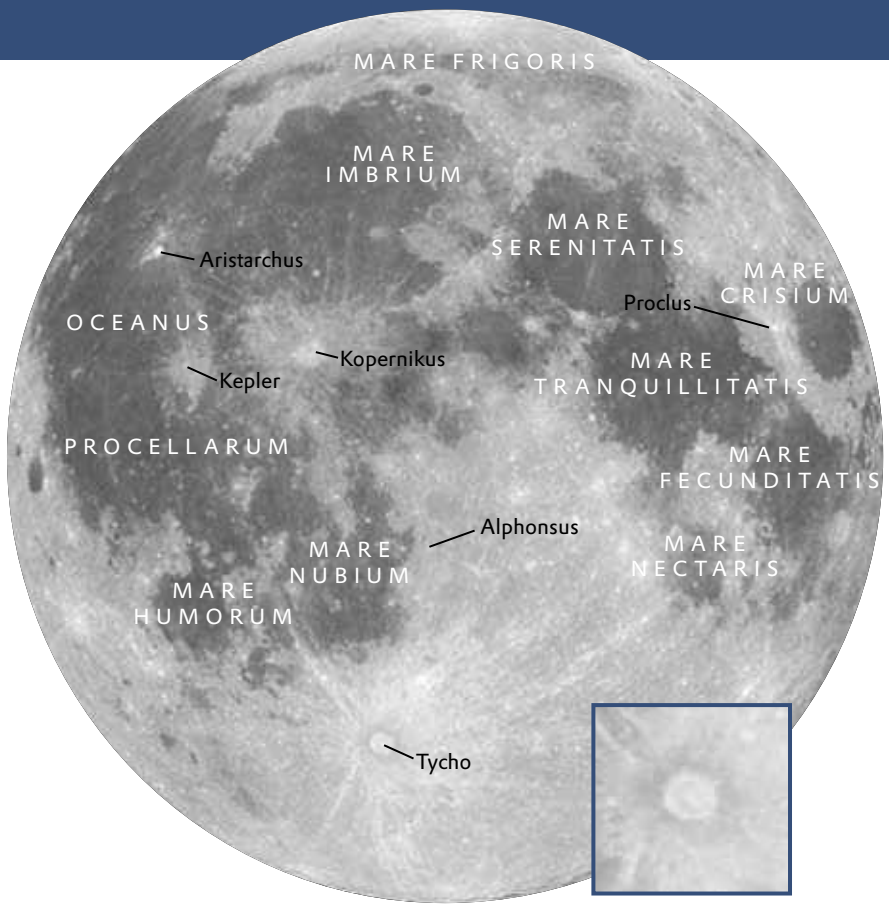
so wie ein Stoppschild den Strahl Ihrer Autoscheinwerfer reflektiert. Der Effekt ist ziemlich stark: Die beleuchtete Fläche des Vollmonds ist nur doppelt so groß wie die des Halbmonds, dennoch erscheint er zehnmal heller.

Aus der Nähe betrachtet

Durch ein Fernglas gesehen enthüllt das Mondgesicht noch mehr Details. Vor allem die Grenzen der dunklen Maria werden deutlicher. Sie können jetzt klar erkennen, dass alle ungefähr kreisrund sind. Vor etwa vier Milliarden Jahren musste der Mond ein höllisches Bombardement von Asteroiden und Kometen über sich ergehen lassen, die seine Oberfläche mit Kratern spickten. Die größten Einschläge sprengten Wunden in die Oberfläche, die Hunderte von Kilometern groß waren. Die Kollisionen brachen die Kruste bis in große Tiefe auf. Mit der Zeit drang durch die Brüche geschmolzenes Gestein nach oben und überschwemmte die großen Becken komplett, wie ein heißer Überzug. Dieser ist entlang den kreisförmigen Rändern hundert Meter und in der Mitte zwei bis drei Kilometer dick. Sie können sich die Maria als riesige Suppenteller vorstellen, die mit erstarrter Lava gefüllt sind.

Im Fernglas oder in einem Teleskop könnte Ihnen der Mond auf den ersten Blick langweilig vorkommen. Dem Anblick fehlen vor allem die dramatischen Schatten, die die Mondlandschaft zu anderen Zeiten plastisch in Szene setzen. Dafür gibt es trotzdem eine Menge Details zu entdecken, die packende Geschichten erzählen.

Zu den erstaunlichsten Dingen, die Sie auf der sonnenüberfluteten Landschaft finden, gehören helle, sternförmige Muster, die von mehreren großen Kratern ausgehen. Diese »Strahlen« sind Streifen aus Gestein und Staub, die einst bei Meteoriteneinschlägen über große Entfernungen hinwegspritzten. Im Zentrum des spektakulärsten Beispiels liegt der einhundert Kilometer große Krater Tycho im südlichen Hochland: Seine Strahlen reichen über 1800 Kilometer nach Nordosten (Karte rechts oben). Auch den Krater Kopernikus in dem riesigen Mare namens Oceanus Procellarum (»Ozean der Stürme«) umgibt ein äußerst eindrucksvolles Strahlensystem, das sich über mehr als 1100 Kilometer erstreckt. >



BEIDE FOTOS: GARY SERONIK

Was sehen Sie? Die dunklen Meere und die hellen Hochländer unseres Begleiters können Sie bereits ohne Teleskop unterscheiden. Für andere Strukturen wie die Krater oder gar den dunklen Ring aus geschmolzenem und wieder erstarrtem Gestein rund um Tycho (kleines Bild) benötigen Sie dagegen ein Teleskop.

Werden Sie nicht mondblind!

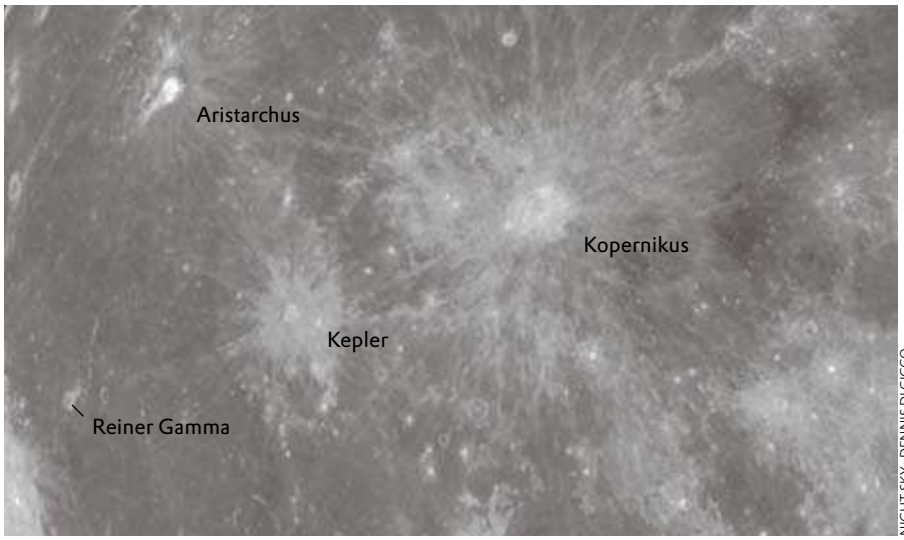
Eine Warnung vorweg: Der Vollmond ist im Teleskop sehr hell. Um Ihre Augen zu schonen, verwenden Sie am besten einen lichtreduzierenden Filter. Für Teleskope können Sie einen »Mondfilter« oder besser einen Neutralfilter kaufen, der extra für diesen Zweck angeboten wird. Er wird in das offene Ende eines Okulartubus geschraubt. Für Ferngläser können Sie sich in einem Fotogeschäft ein Paar Filter neutraler Dichte oder Polfilter besorgen und sie vor den Ojektiven befestigen.

Falls Sie ein Teleskop verwenden, aber kein Dämpfglas besitzen, dann haben wir hier noch ein paar einfache und preiswerte Tricks, um das starke Licht abzuschwächen.

Sie können Ihr Fernrohr zum Beispiel abblenden. Schneiden Sie dazu ein Blatt aus dünnem Pappkarton oder aus Aluminiumfolie so zurecht, dass es über die Öffnung des Tubus passt. Schneiden Sie ein Loch in diesen Deckel, damit Sie hindurchsehen können. Experimentieren Sie ein wenig, um die beste Größe zu finden. Bei einem Refraktor sollten Sie das Loch in die Mitte des Blatts schneiden, bei einem Reflektor dagegen an den Randbereich, um das Licht um den Sekundärspiegel herumzuleiten. Ohne die Vergrößerung zu ändern, reduziert so eine Blende die Menge an Licht, die das Okular erreicht – allerdings verringert sich dabei die Auflösung, sodass Sie weniger Details wahrnehmen können.

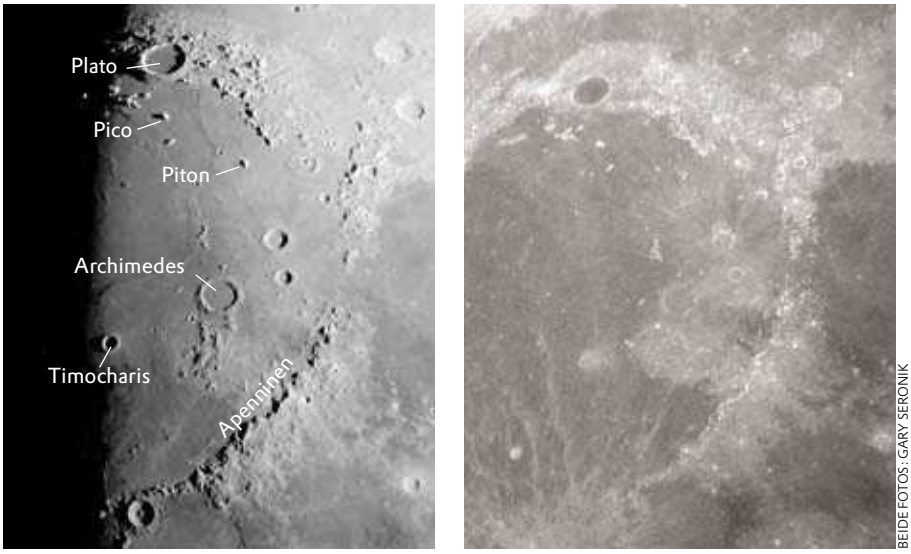
Sie können den Vollmond auch anschauen, wenn er gerade aufgegangen ist. Doch weil sich die Mondscheibe so nah am Horizont befindet, blicken Sie dann eine lange Strecke durch die Atmosphäre und die Details werden nicht so scharf erscheinen wie später, wenn der Mond höher am Himmel steht.

Natürlich können Sie immer noch eine Sonnenbrille aufsetzen – eine richtig »coole« Art, um unseren Begleiter im All zu betrachten. <<



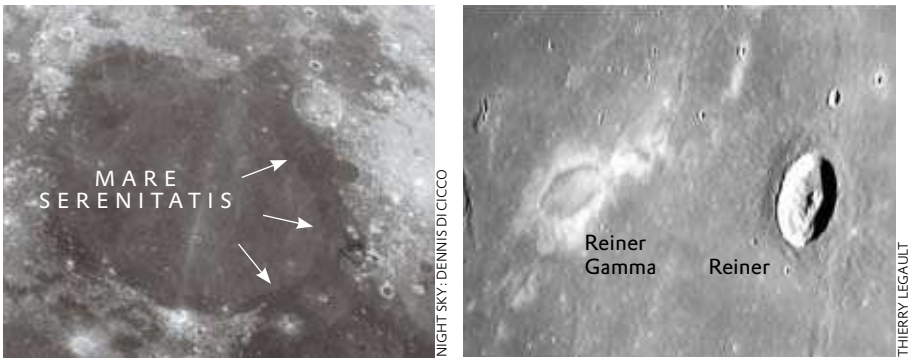
NIGHT SKY: DENNIS DI CICCO

Kopernikus und Kepler präsentieren ihre ausgedehnten, ineinander übergehenden Strahlensysteme am schönsten, wenn die Sonne direkt über ihnen steht.



BEIDE FOTOS: GARY SERONIK

Wechselhafter Mond Berge, Krater und andere Landmarken wie hier im Mare Imbrium sehen bei Halbmond (links) und Vollmond (rechts) völlig verschieden aus.



NIGHT SKY: DENNIS DI CICCO

THIERRY LEGAULT

Hell und dunkel Das Mare Serenitatis (links) wurde mehrmals mit Basalt geflutet. Der Basalt am Rand (Pfeile) ist titanreicher und daher dunkler. Der rätselhafte helle Wirbel Reiner Gamma (rechts) befindet sich in einem Gebiet mit starkem Magnetismus.

> Zwei andere Strahlenkrater, die Sie recht einfach entdecken können, sind Kepler (links von Kopernikus, Foto links oben) und Proclus (nahe dem Westrand des Mare Crisium). Es gibt Tausende kleinerer Exemplare – manche mit, manche ohne Strahlen –, die bei Vollmond als helle Flecken in Ihr Gesichtsfeld springen, und sie sprenkeln die dunklen Maria wie Sterne an einem Himmel aus Stein. Manche dieser Krater sind nur durch die hellen Ringe zu erkennen, die ihre Ränder kennzeichnen.

Wir können die Kraterstrahlen so deutlich sehen, weil sie noch relativ jung sind – geologisch gesehen. Heute wissen wir, dass die ungeschützte Oberfläche mit der Zeit nachdunkelt. Die Ursache ist das ständige Bombardement durch den Sonnenwind, einen Strom hochenergetischer subatomarer Teilchen, der von der Sonne ausgeht. Auch gibt es ständig Einschläge von Mikrometeoriten, die den hellen Staub frischer Einschläge mit dem alten Staub mischen, den der Sonnenwind bereits verwittert hat.

Vergängliche Mondstrahlen

Im Lauf von vielen Millionen Jahren löschen diese Verdunklungs- und Mischungseffekte die Strahlenmuster aus, außerdem verdunkeln sie die hellen Ränder und Wälle junger Einschlagkrater. Diejenigen mit für uns sichtbaren Strahlen sind relativ alt – das Alter von Tycho wird auf einhundert Millionen Jahre geschätzt und das von Kopernikus auf 800 Millionen Jahre –, doch sie sind noch so jung, dass die Verdunklung und die Vermischung noch nicht ihre hellen Mäntel weggewischt haben.

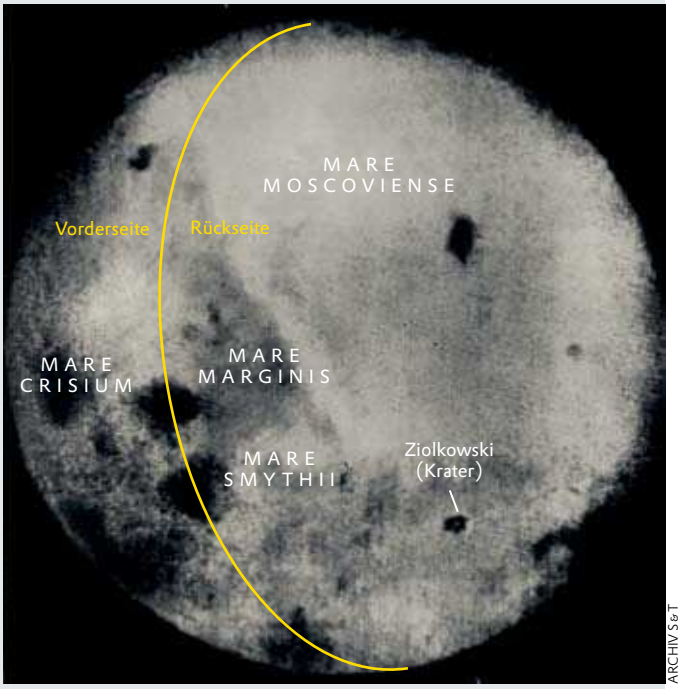
Wenn Sie allmählich den Eindruck gewinnen, dass der Vollmond uns einen Einblick in die Vergangenheit unseres Trabanten bietet, dann haben Sie vollkommen Recht. Wenn wir die Maria bei voller Beleuchtung betrachten, dann lassen uns die dunklen Gebiete aus erstarrter Lava erahnen, wie sich die vulkanische Aktivität dort entwickelt hat. Beachten Sie, dass die zwei großen Maria auf der linken Seite des Monds – der Ozean der Stürme und das Meer des Regens (»Mare Imbrium«) – etwas heller gefärbt sind als die auf der rechten Seite. Entlang dem südöstlichen Rand des Meers der Heiterkeit (»Mare Serenitatis«, Foto links unten) sehen Sie einen besonders auffälligen Helligkeitsunterschied. Dort hebt sich ein

Der etwas andere Mond

Wenn Sie die Landschaft des Erdtrabanten in all ihrem Glanz beobachten, sollten Sie auch einen Moment über seine Rückseite nachdenken, die immer von der Erde abgewandt ist – die wir also nicht sehen können. Wir wissen heute so viel über den Mond, dass es kaum vorstellbar ist, wie es war, als die Menschen zum ersten Mal seine Rückseite erblickten.

Das geschah im Oktober 1959. Damals flog die sowjetische Raumsonde Luna 3 um den Mond herum und schickte Bilder seiner bis dahin unbekannten Hemisphäre zur Erde. Diese Bilder waren grobkörnig, doch sie enthüllten, dass sich die erdabgewandte Hälfte stark von der bereits bekannten Seite unterscheidet. Denn dort gibt es fast keine Meere (Maria). Forscher fanden bald die Ursache dafür heraus: Die Kruste auf der Rückseite ist dicker als die auf der Vorderseite. Dadurch konnten Einschläge, die auf der Vorderseite riesige Becken hervorriefen, in denen sich Maria bildeten, auf der Rückseite keine ausreichend tiefen Brüche verursachen, durch die Lava die Oberfläche hätte erreichen können.

Die erdabgewandte Seite des Monds ist dennoch nicht vollständig frei von Meeren. Es gibt den Krater Ziolkowski mit dunklem Boden und das riesige Orientale-Becken, das die Lava-Ebene Mare Orientale beherbergt. Ein auffälliger einzelner Fleck wurde Mare Moscoviense getauft – das Moskauer Meer. Doch davon abgesehen ist der größte Teil der Rückseite eine weite Fläche aus hellem Hochland, das arg mitgenommen aussieht. Es wäre ein beeindruckender Anblick, wenn wir sie komplett sonnenüberflutet betrachten könnten – sie würde auf uns herabstrahlen wie ein riesiger Scheinwerfer in der Nacht. Ich persönlich bevorzuge trotzdem die Mondseite, die wir bereits kennen. <<



ARCHIV S&T

Band dunkler Lava von den helleren Gebieten ab, die den größten Teil dieses Basalt-Meers ausmachen.

Diese Färbungen stammen von verschiedenen Ursachen, die nicht nur das Alter betreffen – ältere Mare-Ablagerungen sind im Allgemeinen dunkler als jüngere –, sondern auch die chemische Zusammensetzung. Im Gegensatz zu dem hellen Hochland, das weit gehend aus hellem, mineralreichem Gestein gebildet ist, bestehen die Maria aus Basalt, einem vulkanischen Gestein. Doch diese Basalte sind nicht alle identisch; zum Beispiel führt ein hoher Titananteil zu einem besonders dunklen Basalt. Das nahezu schwarze Band im Meer der Heiterkeit enthält besonders viel Titan. Mit einem Alter von 3,5 Milliarden Jahren befindet es sich bereits ungefähr 500 Millionen Jahre länger an der Mondoberfläche als die helleren Mare-Ebenen.

Nutzen Sie höhere Vergrößerungen, um die vielen bestechenden Landmarken zu sehen. Suchen Sie zum Beispiel den Ring um Tycho, der sich von den hellen Strahlenmustern abhebt (kleines Foto S. 51). Der Staub dieses Bands ist angereichert mit winzigen, glasigen Tröpfchen, die sich in der Hitze des Einschlags bildeten. Außerdem gibt es kleine, sehr dunkle Flecken auf dem Boden des Kraters Alphonsus, angeordnet zu einem imaginären Dreieck, das aus Ablagerungen vulkanischer Asche besteht. Vergessen Sie auch nicht den Krater Aristarchus, den sie oben links von Kopernikus und Kepler finden (Foto S. 52 oben). Dieser großartige Krater ist die hellste Landmarke des Monds, die wir von der Erde aus sehen können. Der Einschlag, durch den Aristarchus entstand, stanzte ein Loch in den Mantel aus Mare-Lava und drang bis in das heller getönte Krustengestein darunter; die Kraterwände und der Boden sind jetzt von diesen hellen Trümmern bedeckt.

Überreste von Katastrophen

Wandern Sie schließlich von Aristarchus nach Süden zum Westrand des Ozeans der Stürme, um »Reiner Gamma« anzusehen, ein kleines, helles Oval – eine der geheimnisvollsten Landmarken auf dem Mond (Foto S. 52 unten rechts). Sie besteht aus einer Ansammlung von wirbelförmigen Markierungen, die keinerlei topografisches Relief besitzen, so als ob sie auf die Oberfläche des Meers gepinselt worden sind.

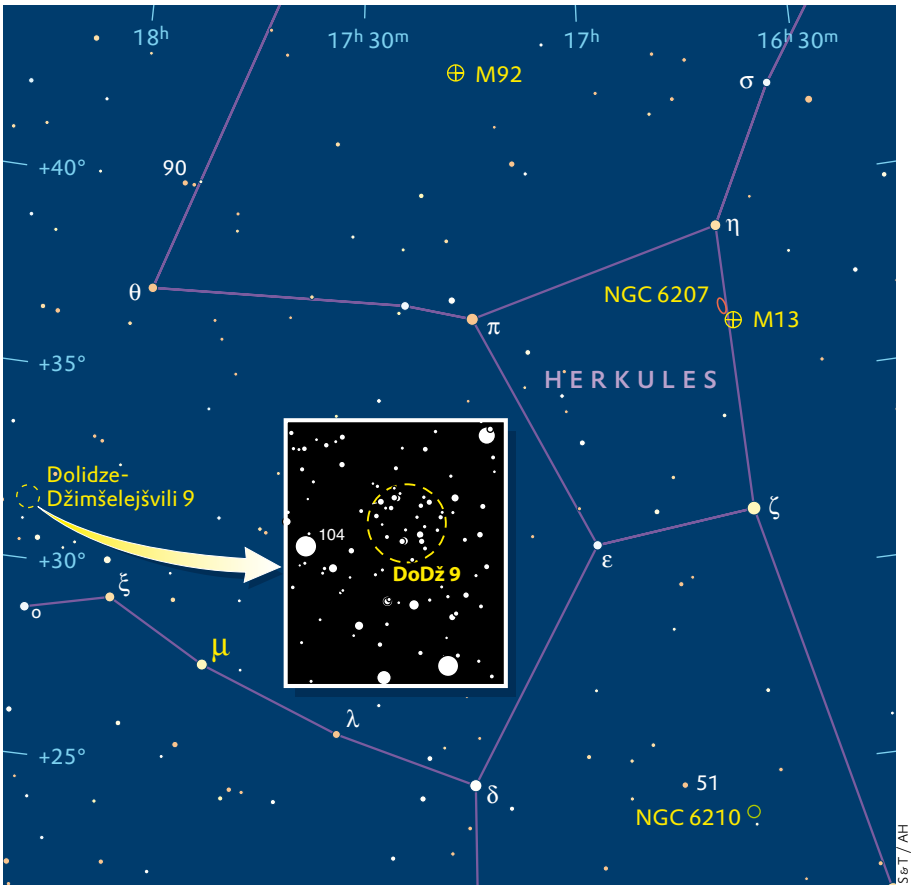
Messungen, die von der Apollo-Raumfähre aus der Umlaufbahn heraus gemacht wurden, enthüllen, dass Reiner Gamma mysteriöserweise ungewöhnlich magnetisch ist. Dieses starke lokale Magnetfeld lenkt den ankommenden Sonnenwind ab, sodass er die Wirbel nicht treffen kann und diese hell bleiben. Doch bis heute weiß niemand, aus welchem Material sie bestehen; sie sind kein Teil eines Systems aus Kraterstrahlen, ihr Ursprung ist immer noch völlig ungeklärt.

Es gibt viel zu entdecken – mehr als genug, um eine Nacht mit genauesten Beobachtungen zu verbringen. Vergessen Sie das nicht, wenn das nächste Mal ein Sterngucker klagt, es gebe ja nichts anzuschauen bei Vollmond. Überzeugen Sie ihn einfach vom Gegenteil. <<

Andrew Chaikin erkundet den Mann im Mond von seinem Wohnort im Süden des US-Bundesstaats Vermont aus.

Deep-Sky-Wunder im Herkules

Das fünftgrößte Sternbild bietet eine ganze Reihe sehenswerter Ziele – von Galaxien und Kugelsternhaufen bis hin zu Planetarischen Nebeln und Doppelsternen. **>> Sue French**



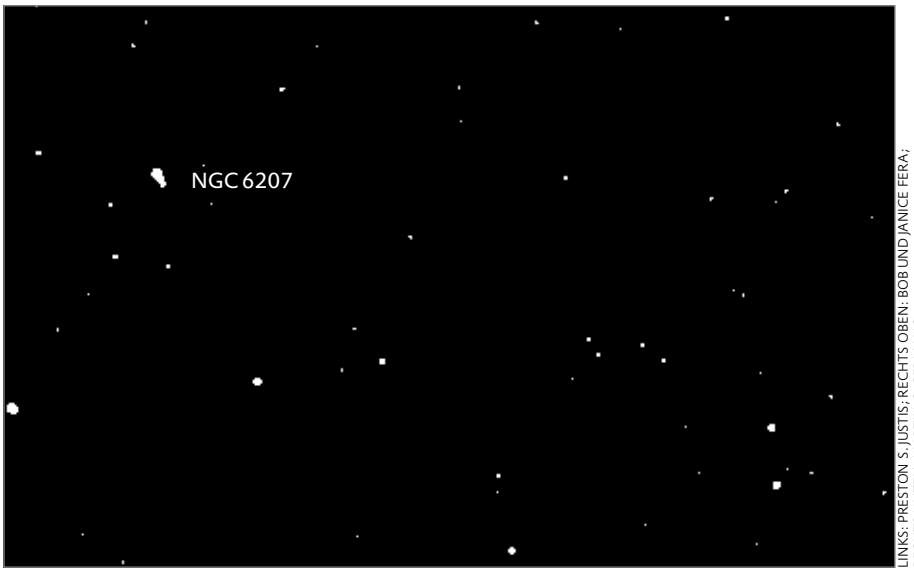
Sehenswürdigkeiten im Herkules					
Objekt	**Typ**	**Helligkeit (Größe)**	**Entfernung (Lj.)**	**Rekt. (2000.0)**	**Dekl.**
M13	Kugelsternhaufen	5,8	23 500	$16^h41{,}7^m$	+36° 28′
M92	Kugelsternhaufen	6,5	25 400	$17^h17{,}1^m$	+43° 08′
NGC 6207	Galaxie	11,6	46 000 000	$16^h43{,}1^m$	+36° 50′
NGC 6210	Planetar. Nebel	9,3	3600	$16^h44{,}5^m$	+23° 49′
μ Her	Doppelstern	3,4; 10,1	27,4	$17^h46{,}5^m$	+27° 43′
DoDž 9	offener Sternh.	–	–	$18^h08{,}5^m$	+31° 32′

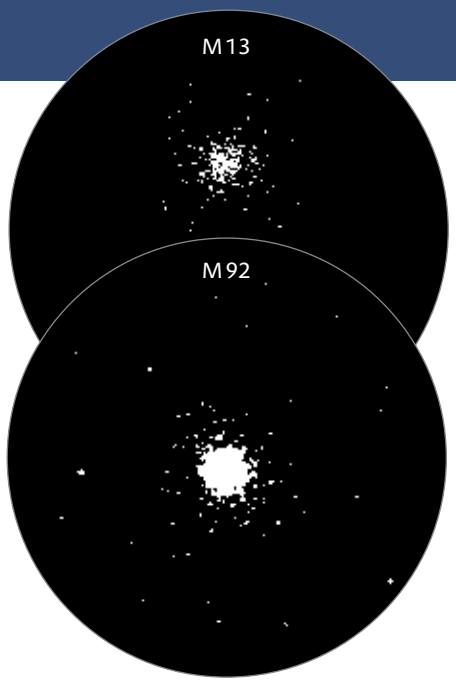
Diesen Monat steht Herkules (»Hercules«) in den Abendstunden genau im Süden. Auf unserer Sternkarte erscheint er verkehrt herum: Seine Beine umschlingen den Zenit (die Kartenmitte) und sein Kopf liegt direkt über dem Schlangenträger (»Ophiuchus«). Die zentralen sechs Sterne des Muskelmanns erinnern mich immer wieder an einen Schmetterling. Dieses hübsche Insekt ist der Ausgangspunkt für unsere Beobachtungen.

M13 stiehlt den anderen Objekten die Schau (Feldstechertipp, AH 6/2007, S. 50). Sie finden ihn nach zwei Dritteln der Strecke von Zeta zu Eta Herculis (ζ und η Her) im nördlichen Flügel unseres Schmetterlings, wo ihn Edmond Halley 1714 entdeckte (Foto S. 55 ganz oben rechts). Sein Eindruck von diesem Kugelsternhaufen: »Er ist zwar nur ein kleiner Fleck, aber er zeigt sich dem bloßen Auge, wenn der Himmel heiter und der Mond abwesend ist.«

Wenn der Himmel über Ihnen nicht heiter ist, können Sie M13 trotzdem mit einem kleinen Fernglas als winzigen Lichtklecks erkennen. Mit einem kleinen Teleskop dürften Sie bereits erste Sterne erkennen. Durch meinen 105-Millimeter-Refraktor bei 127-facher Vergrößerung betrachtet ist der Haufen einfach hinreißend. Mit einem Durchmesser von zirka

Mehr als nur M13 Neben dem berühmten Kugelsternhaufen finden Sie im Herkules auch weniger bekannte Objekte, die dennoch einen Besuch wert sind.





LINKS: PRESTON S. JUSTIS; RECHTS OBEN: BOB UND JANICE FERA; RECHTS UNTEN: MARTIN C. GERMANO

Wegen ihrer enormen Entfernung ist die Galaxie NGC 6207 recht unauffällig (oben). Im Teleskop bleibt von ihr nur ein unscharfer Stern. Der berühmte Kugelsternhaufen M13 (rechts oben) ist nur einen kleinen Schwenk entfernt und zieht viel mehr Blicke auf sich. M92 (darunter) ist fast genauso reizvoll.

15 Bogenminuten ist er etwa halb so groß wie der Vollmond. Sein Zentrum ist um einiges heller als der Rand. Der Kern enthält hunderttausende Sterne und ähnelt einem Hügel aus winzigen, glitzernden Eiskristallen. Einige der außerhalb gelegenen Sterne bilden schöne Bögen und Ausleger.

Der herrliche Kugelsternhaufen M92 wird wegen seines berühmten Nachbarn häufig zu wenig beachtet. Peilen Sie M13 an und wandern Sie hoch zum Stern Eta Herculis. Von dort aus schauen Sie nach Südosten zu Pi Herculis (π Her). Die beiden Sterne sind weniger als sieben Grad voneinander entfernt. Wenn Sie jetzt von Pi aus etwa die gleiche Strecke nach Norden wandern, finden Sie dort M92, der in der Dunkelheit schimmert. Er ist so hell, dass Sie ihn schon in einem guten Teleskopsucher sehen können. In meinem 105-Millimeter-Teleskop erscheint er bei 127-facher Vergrößerung leicht oval.

Sein äußerer Schein (der Halo) ist in Richtung Nordosten und Südwesten gestreckt und hat eine Ausdehnung von ungefähr acht Bogenminuten Länge und sieben Bogenminuten Breite. Der innere Kern wirkt rund und hat einen Durchmesser von etwa zweieinhalb Bogenminuten. Außerhalb des inneren Kerns liegende Sterne sind gut zu erkennen, während der innere Kern keine Details zeigt. Der äußere Rand ist wesentlich heller als der Halo, wobei der kleine, nicht auflösbare Kern sogar noch heller ist.

Herkules beherbergt außerdem viele schwach leuchtende Galaxien. NGC 6207 ist die hellste seiner Sammlung, obwohl selbst sie bei 11,6ter Größe eine Herausforderung für den Beobachter darstellt. Bei geringer Vergrößerung liegt sie im gleichen Bildfeld wie M13, nur 28 Bogenminuten weiter nordöstlich vom Kern des Sternhaufens. Mit einem Neunzig-Millimeter-Teleskop erkennen Sie bei 94-facher Vergrößerung dort unter einem wirklich dunklen Himmel einen kleinen, leicht ovalen Klecks (Foto oben links).

Kleine Herausforderungen

Wenn Sie ein Teleskop besitzen, ist NGC 6210 einen Blick wert. Dieser Planetarische Nebel liegt vier Grad nordöstlich von Beta Herculis (β Her). Sie finden ihn direkt nördlich von zwei Sternen 7. Größe, die eine kurze Linie bilden. In einem 75-Millimeter-Teleskop sieht NGC 6210 aus wie ein unauffälliger, unscharfer Stern. Mit meinem 105-Millimeter-Teleskop sehe ich bei 39-facher Vergrößerung eine winzige, bläuliche Scheibe. Bei 176-facher Vergrößerung erscheint sie klein, ebenmäßig und oval.

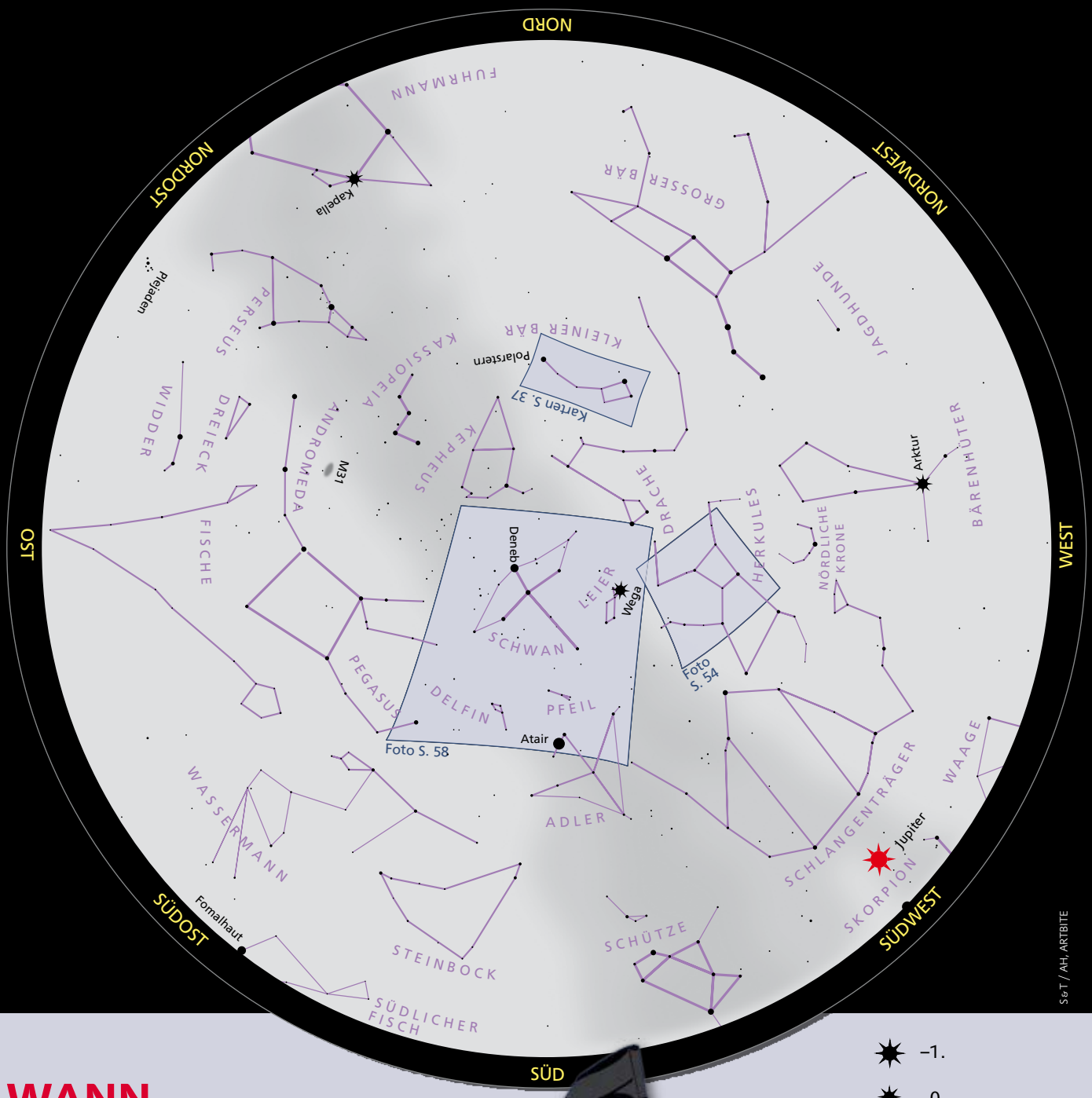
An der südöstlichen Flügelspitze des Schmetterlings befindet sich Delta Herculis (δ Her). Er markiert das westliche Ende einer in Richtung Ostnordosten verlaufenden Reihe aus Sternen, die Sie sogar mit bloßem Auge verfolgen können. Wandern Sie die Linie entlang, von Delta aus am 4. Größe hellen Lambda (λ Her) vorbei zum 3. Größe hellen My Herculis (μ Her). My ist ein Doppelstern mit einem 10. Größe hellen Begleiter, der 34 Bogensekunden westsüdwestlich des gelben Hauptsterns liegt. Mit fünfzigfacher Vergrößerung können Sie die beiden deutlich trennen. Der Begleiter besteht eigentlich aus zwei roten Zwergsternen, die allerdings zu dicht beieinanderstehen, als dass man sie unterscheiden könnte.

Wenn Sie nun zu Xi (ξ) weiterwandern und noch einmal ein bisschen mehr als diese Strecke weitergehen, finden Sie den offenen Sternhaufen Dolidze-Džimšelejšvili 9 (DoDž 9). Wie können Sie einen Haufen mit einer so ungewöhnlichen Bezeichnung unbeachtet lassen? Den Namen verdankt er seinen aus Georgien stammenden Entdeckern Madona V. Dolidse und G. N. Dsimscheledschwili. Mit meinem 105-Millimeter-Refraktor kann ich bei geringer Vergrößerung etwa 25 Sterne erkennen, die über ein Gebiet von Vollmondgröße verteilt sind. Vier der hellsten Sterne bilden zwei Paare. Eines befindet sich in der südlichen Gegend des Haufens, das andere im Norden. Das südliche Paar zeigt einen schönen Farbkontrast aus Weiß und Orange.

Das fünftgrößte Sternbild verbirgt noch viele weitere Ziele, die darauf warten entdeckt zu werden. <<

Sue French gibt seit Mitte der 1990er regelmäßig Beobachtungstipps.

STERNTAFEL



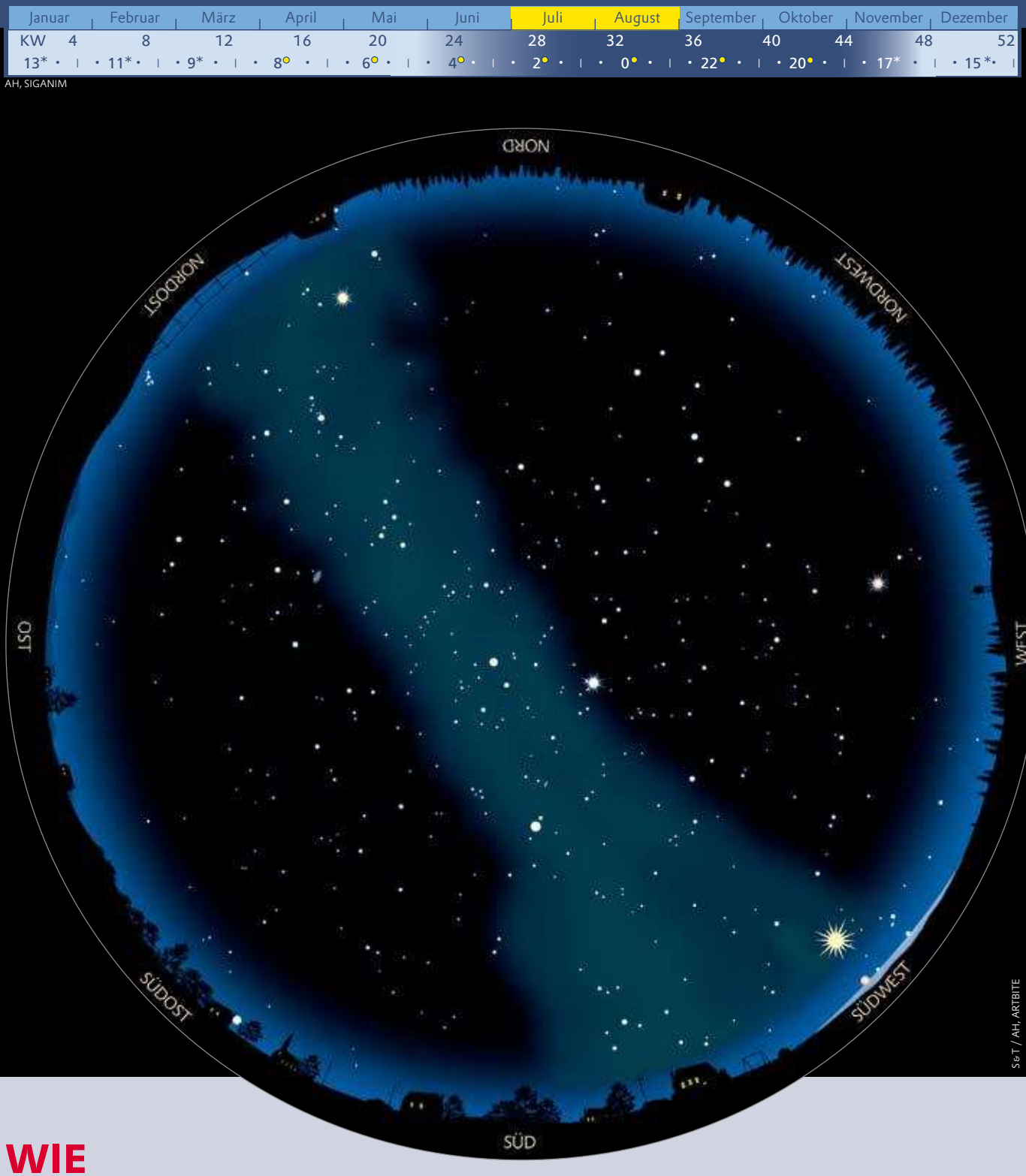
WANN

Der Zeitleiste (oben rechts) können Sie die Gültigkeit der Sternkarten entnehmen. Wählen Sie das Datum anhand des Monats oder der Kalenderwoche (KW) und lesen Sie direkt darunter die zugehörige Uhrzeit ab. Beispiele:

zweite Junihälfte: **3 Uhr**°
zweite Augusthälfte: **23 Uhr**°
zweite Oktoberhälfte: **19 Uhr**°

*Mitteleuropäische Zeit (MEZ, UT+1)
°Sommerzeit (MESZ, UT+2)

–1.
0.
1.
2.
3.
4.
5. Größenklasse



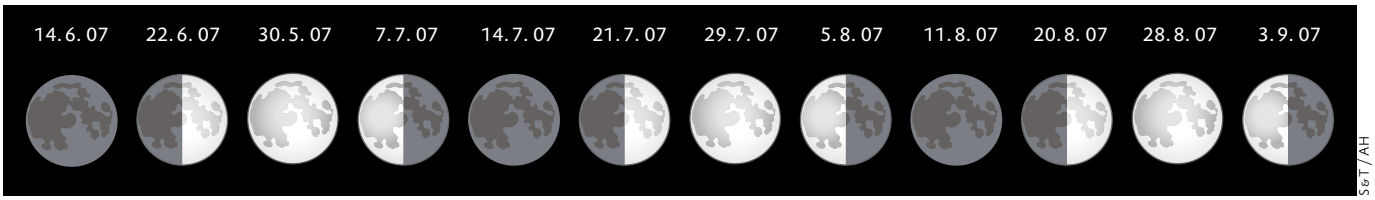
WIE

Auf den Sternkarten sehen Sie den Himmelsausschnitt, der sich Ihnen zu den in der Leiste (ganz oben) angegebenen Uhrzeiten präsentiert. Die Schwarz-Weiß-Karte (links) verzeichnet die wichtigsten Sternbilder, die Namen der hellen Sterne und Fotos oder Detailkarten in diesem Heft. Die Nachthimmelkarte (oben) entspricht dann dem, was Sie unter freiem Himmel sehen.

Zur Orientierung halten Sie die Karten vor sich, und zwar so, dass der Rand mit der Himmelsrichtung, in die Sie schauen, zum Boden zeigt. Die Sterne am Rand der Karte stehen direkt über dem Horizont. Die im Zentrum dargestellten Sterne befinden sich genau über Ihnen – im Zenit.

Beispiel: Jupiter steht tief im Südwesten, er sticht an Helligkeit alle Sterne aus. Hoch im Süden driftet das Sommerdreieck aus Wega, Atair und Deneb, der westliche Flügel des Schwans steht gerade im Zenit. Von dunklen Standorten aus können Sie hier die Milchstraße sehen, mit etwas Glück sogar ihre Teilung, den Cygnus-Spalt, der sich links an Jupiter vorbei, zwischen den Sternen von Schütze und Skorpion hindurch, zum Horizont zieht.

Die Karten sind für fünfzig Grad nördliche Breite berechnet, das entspricht in etwa der Linie Luxemburg – Frankfurt am Main – Prag. Beobachter in Alpennähe sehen die Sterne im Süden etwas höher über dem Horizont und die im Norden etwas niedriger. In Norddeutschland ist es genau umgekehrt.



Sommerliches Milchstraßenmeer

Die beiden Monaten der heißen Jahreszeit lassen bei Planeten- wie Deep-Sky-Beobachtern keine Wünsche offen!

>> Ken Hewitt-White

Wenn Sie im Juli spät, bei Einbruch der Dunkelheit, nach draußen gehen, bietet sich Ihnen die Gelegenheit, das Sternbild Skorpion im Süden an seinem höchsten Punkt zu bestaunen (Übersichtskarte AH Juni 2007, S. 44). Er ist die Konstellation im Tierkreis, die bei der niedrigsten Deklination steht – Teile seines Schwanzes liegen in unseren Breiten immer unterhalb des Horizonts.

Gleich östlich von ihm befindet sich ein weiterer Sommerblickfang: der Schütze (»Sagittarius«, Sgr). Keiner seiner Sterne kommt über 2. Größe hinaus, doch das charakteristische Teekannenmuster aus seinen acht hellsten Sonnen finden Sie ganz leicht. Im August müssen Sie aber ebenfalls zeitig beobachtungsbereit sein – der Schütze steht dann nämlich um Mitternacht schon so tief im Südsüdwesten (Übersichtskarten S. 56/57), dass er mit den oft auftretenden Luftturbulenzen und dem Dunst in der Horizontnähe zu kämpfen hat.

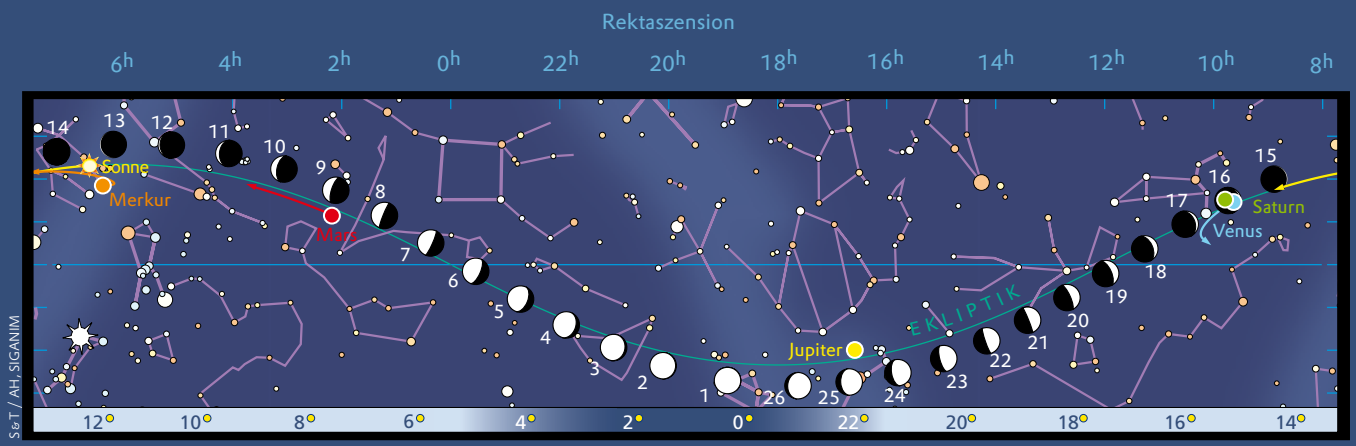
Im Schützen liegt der breiteste Teil des Milchstraßenbands. Dort befindet sich – in Richtung des galaktischen Zentrums in 30 000 Lichtjahren Entfernung – die wulstige Sagittarius-Sternwolke. Von hier aus erstreckt sich die Milchstraße hoch durch die Sternbilder Adler (»Aquila«), Pfeil (»Sagitta«), Füchschen (»Vulpecula«) und Schwan (»Cygnus«). Die leuchtende Cygnus-Sternwolke (Foto rechts) gehört zum gleichen Spiralarm, in dem sich auch unser Sonnensystem befindet.

Planeten im Juli und August

Venus driftet zu Beginn des Monats in der Abenddämmerung, noch immer innerhalb eines Grads vom wesentlich schwächer leuchtenden Saturn, tief am Westhimmel (Grafik unten). Das Zeitfenster für die gemeinsame Beobachtung der beiden Planeten schließt sich schnell: Bis zum 16. Juli erweitert sich die Kluft zwischen ihnen auf acht Grad (Grafik S. 60 oben links). Im Teleskop zeigt die Venus Mitte Juli ihre zu 23 Prozent beleuchtete Sichel, die sich von Spitze zu Spitze über vierzig Bogensekunden erstreckt. Zwei Wochen später präsentiert sie sich

Die Monatspanoramen zeigen die Phasen und Positionen des Monds vom 1. bis zum 26. 7. und 1. bis 27. 8. (unten) . Die Pfeile kennzeichnen die Bewegungen von Sonne und Planeten von Monatsanfang bis -ende. Die untere Leiste gibt die ungefähre Ortszeit an, wenn der darüberliegende Bereich zur Monatsmitte im Süden steht.

Der Mond und die Planeten im Juli 2007



Der Mond ist zum besseren Erkennen der Mondphasen auf allen Karten in Übergröße dargestellt.

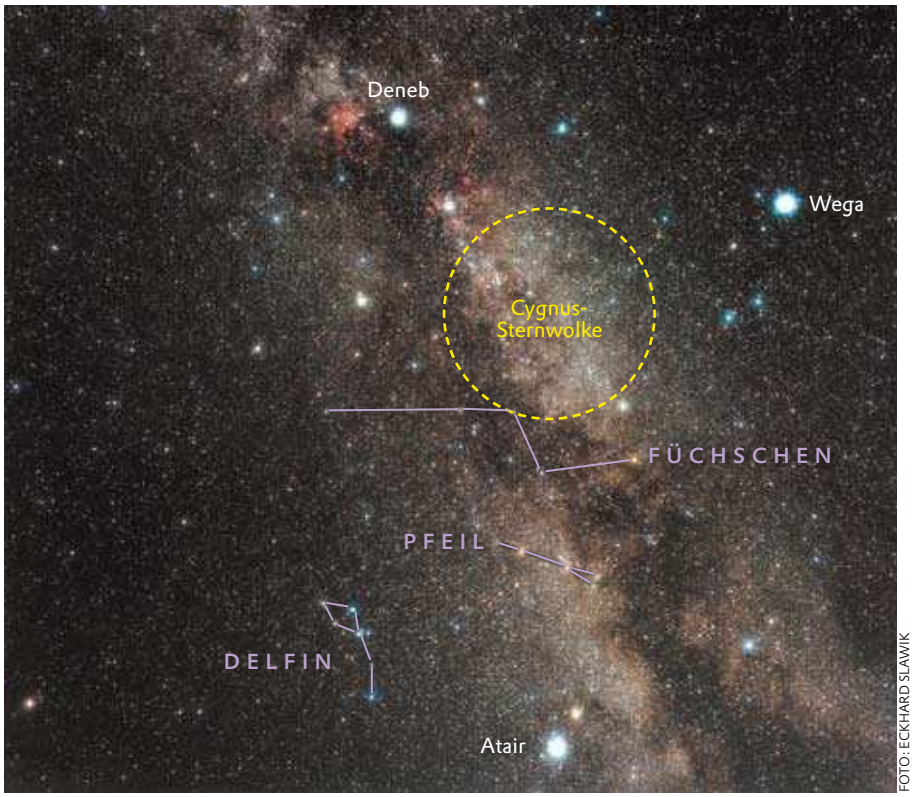


FOTO: ECKHARD SLAWIK

Im und um das Sommerdreieck aus den Sternen Atair, Deneb und Wega liegen die kleinen Sternbilder Füchschen, Pfeil und Delfin.

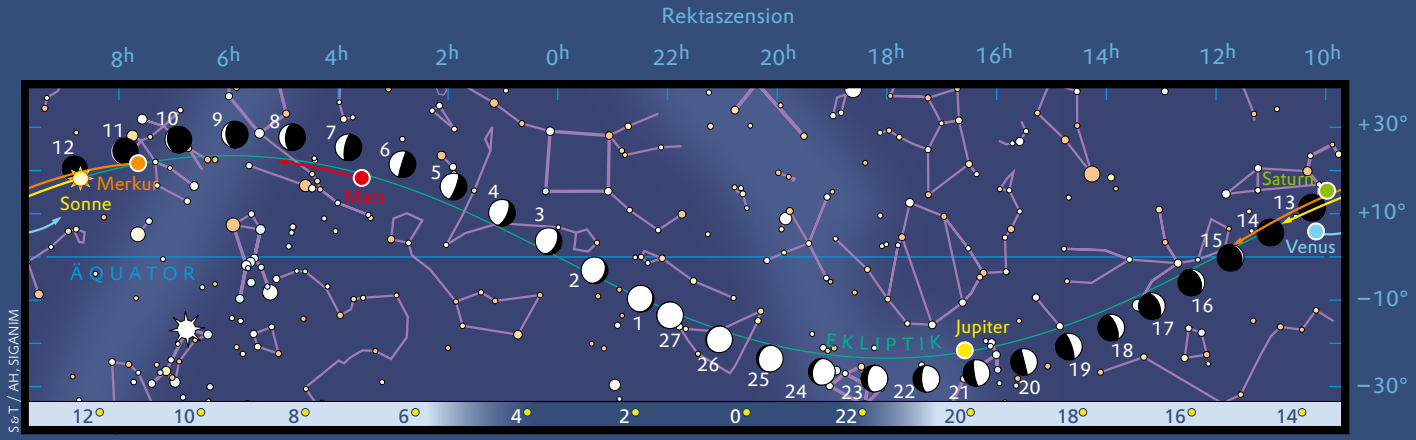
mit noch schmalerer Sichel, dafür insgesamt fünfzig Bogensekunden hoch – womit sie sogar Jupiter übertrifft, der sonst das größte planetare Ziel am Himmel darstellt. Zum Monatsende versinkt der viel besungene Abendstern schon rund vierzig Minuten nach Sonnenuntergang. Am 16. August tritt Venus schließlich in Konjunktion, steht also direkt bei der Sonne. Sie läuft dabei sehr schnell (Grafik unten); gegen Monatsende sehen Sie sie in der Dämmerung schon wieder eine gute Stunde vor der Sonne im Osten aufgehen. Dann kommt sie auf –4,3te Größe, erscheint im Teleskop als extrem dünne Sichel und ist mit 53 Bogensekunden von Pol zu Pol größer als jeder andere Planet.

Jupiter ist der »Star« des Monats Juli – obwohl seine Opposition nun schon einige Wochen zurückliegt. Er steckt fast so tief im Süden des Tierkreises wie nur irgend möglich, doch bei Einbruch der Dunkelheit nähert er sich dem Meridian und lässt somit den schlimmsten Horizontdunst unter sich (Grafik S. 60 oben rechts). Aber beginnen Sie Ihre Beobachtung ruhig schon in der Dämmerung: Dann blendet die 43 Bogensekunden breite Planetenscheibe das Auge nicht so sehr und Sie können sich auf die schwach gefärbten Wolkenbänder oder seine Monde konzentrieren. Jupiter scheint mit –2,3ter Größe und präsentiert sich im Teleskop auch noch im August als Scheibchen von beeindruckenden 39 Bogensekunden. Er steht bei Anbruch der Abenddämmerung tief im Süden und verschwindet nachts gegen eins, Ende des Monats bereits um halb zwölf.

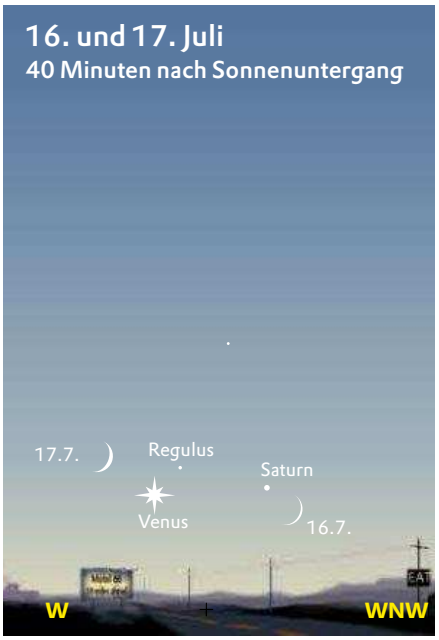
Seit Anfang April schiebt er sich von Osten kommend immer näher an den Skorpion-Hauptstern Antares heran. Am 6. August endet diese retrograde Reise in fünf Grad Abstand fast genau über dem 1.-Größe-Stern. Dann herrscht er allein am Abendhimmel – eine Ehre, die er sich bis weit in den September bewahrt.

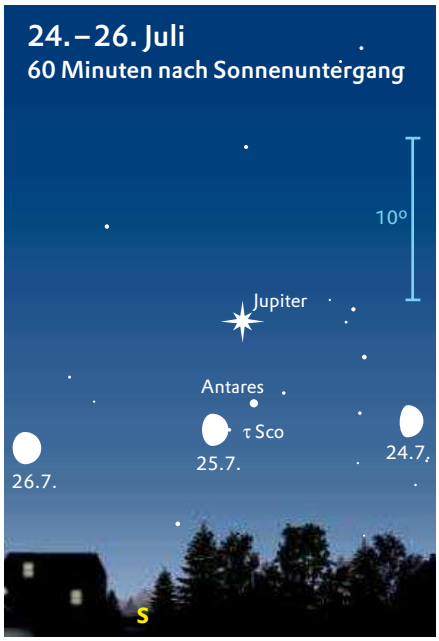
Mars wächst endlich zu einem beeindruckenden Objekt am frühmorgendlichen Himmel. Anfang Juli geht der orangerote Planet 0,7ter Größe fast zwei Stunden nach Mitternacht im Widder (»Aries«) auf. Sein stark gewölbtes Planetenscheibchen ist noch immer nur sieben Bogensekunden groß. Um den 7. August herum passiert Mars die Plejaden im Stier (»Taurus«, Grafik S. 60 unten rechts). Dem unbewaffneten Auge ist er schon jetzt – lange vor seiner Opposition im Dezember – ein Blickfang. In der letzten Augustwoche streift der Rote Planet den v-förmigen Sternhaufen der Hyaden. Diese Begegnung wirkt besonders schön, wenn der Planet am 23. und 24. das V nach Nordosten verlängert. Dabei überstrahlt er mit 0,5ter Größe Aldebaran, den Hauptstern des Stiers, mit dessen 0,8ter Größe. Die roten Rivalen – einer auf Wanderschaft, der andere fix – beäugen einander den Rest des Monats >

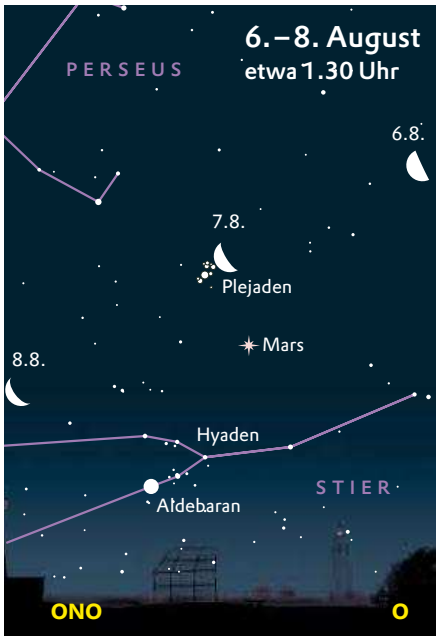
Der Mond und die Planeten im August 2007



S&T / AH, SIGANIM







ABBILDUNGEN DIESER SEITE: S&T / AH

Alle fünfe Die Planeten, die Sie mit bloßem Auge sehen können, stehen im Juli und August alle am Sommerhimmel.

> in den Stunden vor der Morgendämmerung.

Saturn hat die besten Beobachtungstage schon hinter sich gelassen. In der ersten Julihälfte erwischen Sie ihn mit 0,6ter Größe weiterhin mit bloßem Auge bald nach Sonnenuntergang (Grafik oben links). Anfang August versinkt er vollends in der hellen Dämmerung, am 22. steht er in Konjunktion.

Merkur hat am 28. Juni seine untere Konjunktion durchlaufen und sich in den Morgenhimmel aufgemacht (Karte S. 58 unten). Mitte Juli taucht er mit 1,1ter Größe eine Dreiviertelstunde vor der Sonne am Ostnordosthorizont auf. Im Fernrohr erkennen Sie sein neun Bogensekunden breites, sichelförmiges Scheibchen. Am 20. erreicht er seine größte Elongation zwanzig Grad westlich unseres Tagsterns. Dann zeigt er sich, auf 0,4te Größe aufgehellt, anderthalb Stunden vor ihm und steht bei Sonnenaufgang satte fünfzehn Grad über dem Horizont. Einige Morgen später verwandelt sich der flinke Planet in einen Halbmond –1. Größe. Anfang August erwischen Sie ihn gerade noch in der hellen Morgendämmerung (Grafik oben, unten links), bevor er sich zu seiner oberen Konjunktion am 15. hinter der Sonne verabschiedet.

Der **Mond** beginnt den Juli voll und mit einem Ansturm auf den Stern Tau Sagitarii (3. Größe). Kurz nach Aufgang am 10. – um etwa 2 Uhr morgens – macht die abnehmende Sichel einen »Kopfball« mit Epsilon Arietis, dem Stern 5. Größe. Den Einstieg am Abendhimmel gibt die dünne Sichel mit einem Anflug auf Saturn am 16. (Grafik S. 58 unten links). In der nächsten Nacht hat sie Venus und Regulus bereits passiert, vier Nächte später auch Spika in der Jungfrau. Nach einem Vorbeiflug an Tau Scorpii am 25. (Grafik oben rechts) ist in der Nacht vom 29. auf den 30. Vollmond im Sternbild Steinbock. Am 1. August geht der Erdtrabant um 23 Uhr in der Nähe des Uranus im Wassermann (»Aquarius«, Aqr) auf und passiert ihn gegen vier Uhr morgens rund ein Grad nördlich.

Vom Mond überrollt

Nach einer Zielübung an My Arietis fünf Tage später folgt eines der Highlights des Jahres: eine Plejadenbedeckung am Morgen des 7. (Grafik unten rechts). Sie ist nicht nur ein Streifschuss, sondern ein Volltreffer! Von etwa 2 Uhr bis 3.20 Uhr erwischt es fünf der sieben Schwestern: Elektra, Taygeta, Celaeno, Asterope und Maia. Dagegen ist der Rest des Monats kalter Kaffee, trotz der Bedeckungen der 5.- und 4.-Größe-Sterne Eta Capricorni und Lambda Aquarii in den letzten Stunden des 26. und 28. August.

Letzterer folgt – nach der im März – die zweite Mondfinsternis des Jahres, diesmal allerdings nur für Beobachter in Nord- und Südamerika.

Die Perseiden sind der beliebteste Meteorschauer überhaupt. Kein Mondlicht stört, wenn sie bei Neumond am 11./12. August ihr Maximum erreichen. Die meisten Sternschnuppen fallen voraussichtlich schon am Abend, doch durch die Flugrichtung der Erde ergibt sich als beste Beobachtungszeit die Zeit nach Mitternacht. Dann sollten Sie bei idealen Himmelsbedingungen mehr als sechzig Meteore pro Stunde zählen können. Stellen Sie sich den Lehnstuhl in den Garten – die Perseiden sind es immer wert, eine Nacht durchzumachen! <<

Ken Hewitt-White lebt in Amerika und kann die Mondfinsternis diesmal voll genießen.

ALLE FOTOS DES ARTIKELS: ULRICH C. BEINERT

Über dem Mayall-Teleskop
auf Kitt Peak braut sich ein mächtiger Sturm zusammen.

TEIL 2

Der Himmel über Arizona

Während meiner Pilotenausbildung in den USA besuchte ich einige berühmte Sternwarten in der nordamerikanischen Wüste. Die Eindrücke, die ich dabei gewann, waren unvergesslich – trotz manchmal enttäuschender Sicht durch die dortigen Teleskope.

>> Ulrich C. Beinert

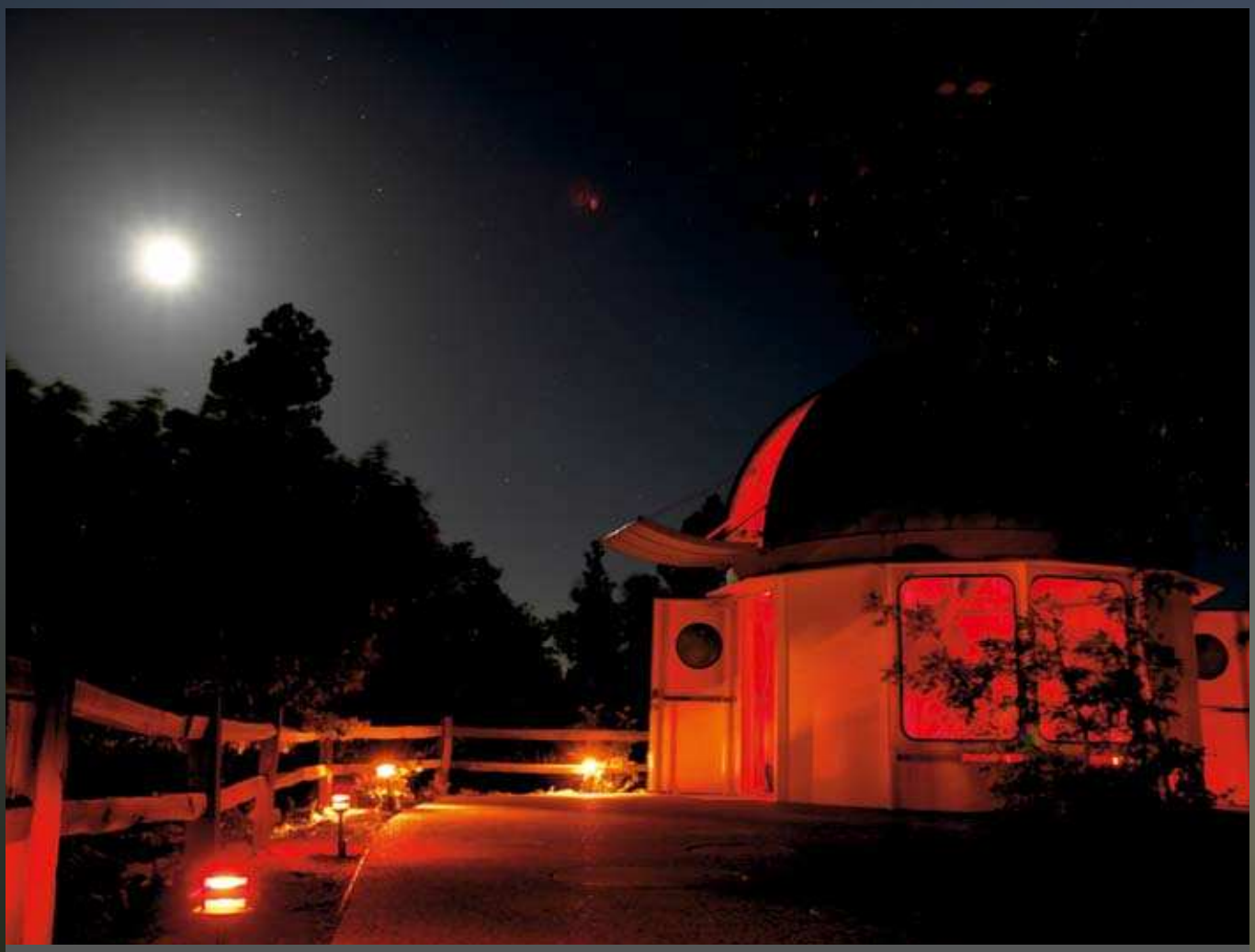
»Königreich der langen Augen«: Auf Kitt Peak befinden sich 23 Teleskope.

Nachdem ich in der Wüste Arizonas bereits einige Nächte unter sternübersätem Firmament verbracht hatte, wollte ich dort auch einmal durch ein Profi-Teleskop in den Nachthimmel schauen. Und so fuhr ich im Juni 2006 übers Wochenende nach Flagstaff, wo ich unter anderem das Lowell Observatory besichtigte. Diese Sternwarte ist für ihre hervorragenden Beobachtungsbedingungen bekannt und verfügt über fünf Teleskope.

Das größte für Besucher zugängliche Fernrohr im Lowell Observatory ist das 1896 erbaute Clark-Teleskop. Es hat eine Öffnung von 24 Zoll (61 Zentimeter), und schon vor hundert Jahren suchte Percival Lowell, der Gründer der Sternwarte, damit nach Kanälen auf dem Mars. Mit dem Pluto Discovery Telescope (13 Zoll, also 33 Zentimeter Öffnung) belichteten die damaligen Astronomen jene Fotoplatten, auf denen Clyde Tombaugh 1930 den Pluto entdeckte. Das 1996 erbaute McAllister-16-Zoll-Teleskop steht der Öffentlichkeit seit acht Jahren zur Verfügung, es lässt sich übers Internet steuern. Die zwei übrigen Fernrohre sind nicht zu besichtigen.

Ich schaute mir die beiden erstgenannten Instrumente sowie einige historische Geräte an – darunter den Blinkkomparator von Carl Zeiss Jena, mit dessen Hilfe Tombaugh einst Unmengen von Fotoplatten miteinander verglich, was ihn auf Plutos Spur brachte. Später am Abend begab ich mich dann zu den Teleskopen, um hindurchzublicken. Offenbar war ich nicht der Einzige mit diesem Anliegen: Die Schlange am Eingang der Sternwarte war unvorstellbar lang. »Erstaunlich, wie viele Leute sich für Astronomie interessieren«, dachte ich. Zum Glück hatte ich meine Eintrittskarte bereits mittags gekauft und vermied so das Anstehen an der Abendkasse.

Das Clark Telescope war auf Jupiter gerichtet. Doch der Blick durch das Fernrohr enttäuschte mich ein wenig – ich hatte den Gasriesen in kleineren Teleskopen schon besser gesehen. Auch die Sicht durchs McAllister-Teleskop auf den Kugelsternhaufen M13 war nicht berauschend – der Vollmond überstrahlte die Szenerie. Dennoch: Durch diese geschichtsträchtigen Instrumente in den Himmel zu schauen, so wie es einst Lo-



Störenfried: Der Mond über der Kuppel des McAllister-Teleskops, einem von fünf Instrumenten des Lowell Observatory

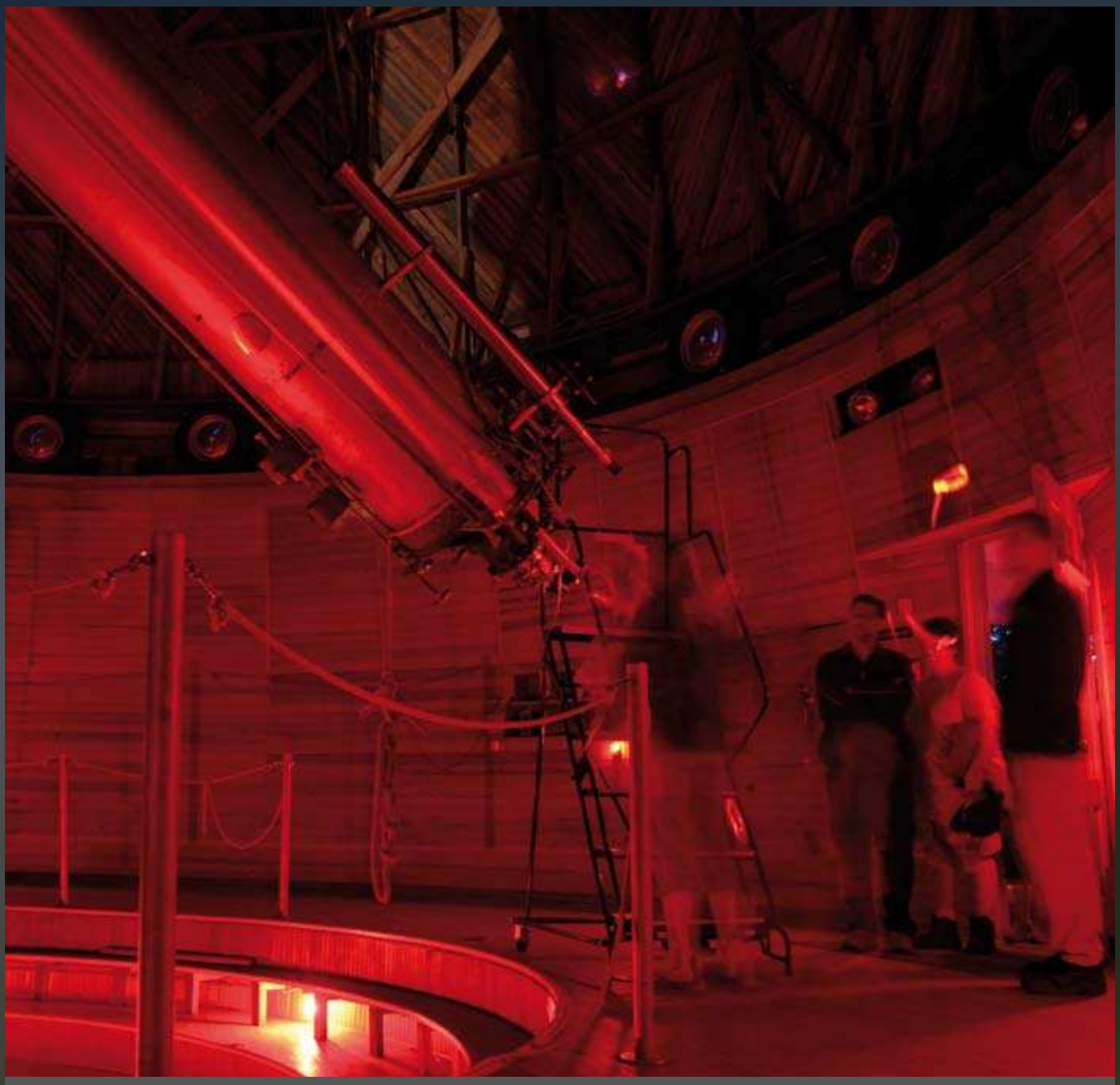
well und Tombaugh taten, war ein einmaliges Erlebnis.

Neben den Großteleskopen hatten ein paar einheimische Sternfreunde ihre eigenen Fernrohre aufgestellt, um die wartenden Besucher hindurchblicken zu lassen und ihnen so die Zeit zu vertreiben. Mit zwei dieser Amateure kam ich ins Gespräch und verbrachte den restlichen Abend mit ihnen. Einer davon, Joe, wohnt in Tucson, unweit vom Kitt Peak. Wir verabredeten, das dortige Observatorium gemeinsam zu besichtigen.

An einem Juliabend war es dann so weit: Joe und ich fuhren zum Kitt Peak. Kaum waren wir dort angekommen, erfuhren wir, dass das Beobachtungsprogramm wegen schlechten Wetters abgesagt worden war. Uns blieb nur eine knappe Stunde, um das Gelände anzusehen, bevor wir den Berg wieder verlassen mussten. Natürlich waren wir enttäuscht, aber wir wollten die Zeit nutzen. Also fuhren wir zu dem imposanten Mayall-vier-Meter-Teleskop, dem mächtigsten Instrument auf dem Gelände, von dessen Kuppel aus man einen Rundumblick auf die Landschaft hat.

Der Kitt Peak beherbergt die weltweit größte Sammlung optischer Teleskope. Zurzeit sind es 23, in den nächsten Jahren werden noch ein paar hinzukommen. Der Berg befindet sich im Reservat der Tohono-O'odham-Indianer und hat eine interessante Geschichte hinter sich. In den 1950er Jahren sollte eine nationale US-Sternwarte gebaut werden, für die in Arizona, Utah und New Mexico ein geeigneter Platz gesucht wurde. Kitt Peak erwies sich als optimaler Standort, ist aber leider der zweitheiligste Berg der Tohono O'odham. Statt sich mit den Ureinwohnern zu streiten, wählten die Astronomen den Weg der Überzeugung: Sie ließen die Stammesältesten durch das Teleskop der University of Arizona in Tucson in den Sternhimmel blicken.

Mit vollem Erfolg: Die Indianer waren so begeistert, dass sie dem Bau der Sternwarte 1958 zustimmten. Ihre einzigen Forderungen: Es sollte dort reine Wissenschaft betrieben werden – kein Militär, keine Geschäftsleute, kein Alkohol. Von den Indianern »Königreich der langen Augen« genannt, nahm das Observatorium in den Jahren nach 1958 Gestalt an. Als Erstes wurde 1963 das Sonnenteles- >



Geschichtsträchtige Sternwarte: Vom Lowell Observatory aus entdeckte der Astronom Clyde Tombaugh den Pluto.

> kop eingeweiht. Es gilt – zusammen mit dem deutschen »Gregor« auf Teneriffa – als größtes Sonnenteleskop der Welt.

Das Mayall-Teleskop wurde 1973 vollendet und kostete zehn Millionen Dollar. Leider kann man das Instrument, sofern man nicht an einer Führung teilnimmt, nur durch ein dreckiges Fenster bestaunen. Oben auf der Kuppel angekommen, sahen wir von Mexiko her ein Unwetter heranziehen. Kurz darauf wurde es ungemütlich: Blitze zuckten, Wolken verfinsterten den Himmel – und wir waren auf über 2000 Meter, dem höchsten Punkt weit und breit.

Wir entschieden uns, wieder in Richtung Stadt zu fahren. Auf dem Weg würde sich vielleicht doch noch die Gelegenheit ergeben, ein paar Sterne zu sehen. Wenige Tage zuvor hatte ich eine äquatoriale Montierung gebaut, mit der ich meine Kamera per Hand nachführen konnte. Nun wollte ich sie unbedingt testen. Und siehe da: Trotz schlechter Witterung reichte es für ein Foto der Milchstraße. <<

Ulrich C. Beinert ist Naturfofograf und sehnt sich nach Orten mit dunklem Nachthimmel.

Fortsetzung folgt …

Foto oder Skizze? Eine gute Zeichnung zeigt bei Protuberanzen und Filamenten die Details noch deutlicher als eine Fotografie. Der Aufwand lohnt sich – und ist geringer, als man denkt.

ALLE ZEICHNUNGEN DES ARTIKELS: LAMBERT SPIX

Nicht nur für Sonnenanbeter

Auch im Zeitalter preiswerter Digitalkameras lohnt der Griff zu Papier und Bleistift, um Beobachtungen per Hand festzuhalten.

>> Lambert Spix

Die Sterne machen es uns in der Regel nicht leicht: Im Sommer wird es erst spät am Abend dunkel und bereits früh am Morgen wieder hell, sodass die Zeitspanne zum Beobachten nur kurz ist. Im Winter dagegen setzt die Kälte dem Sternfreund zu und verleidet trotz zeitig einsetzender Dunkelheit so manchen viel versprechenden Abend. Außerdem überstrahlt oft helles Stadtlicht etliche der schwach leuchtenden Punkte. Auch der allmorgendliche Gang zur Arbeit macht ausgedehnte nächtliche Exkursionen unter der Woche zu einer Gewissensfrage.

Eine willkommene Ausnahme bietet die Sonne: der Stern, der uns am nächsten steht. Die Sonnenbeobachtung ist gegen atmosphärische Beeinträchtigungen wenig empfindlich. Oft reicht die Mittagspause oder die Zeit nach Feierabend für einen kurzen Blick zwischendurch. Darüber hinaus sind die weit entfernten Sterne durch ein Amateurteleskop nur als mehr oder weniger helle und unveränderliche Pünktchen zu sehen, während sich unsere Sonne dem mit entsprechenden Objektivfiltern (AH 3/2006, S. 18) ausgestatteten Beobachter als vollmondgroße Scheibe präsentiert: ein gigantischer Gasball, der auf seiner Oberfläche eine enorme Menge von sich stetig verändernden Details zeigt: Die Sonne präsentiert jeden Tag ein neues Gesicht. Zu den faszinierendsten Strukturen im Teleskop gehören ihre auffälligen Flecken, die dunkel gegen die helle Sonnenscheibe zu erkennen sind, grelle, explosionsartige Eruptionen, die als Flares sichtbar werden, und flammenähnliche große Bögen und Säulen aus heißem Gas: die Protuberanzen. Es sind die richtigen Zutaten für spannende und abwechslungsreiche Beobachtungen, die Sie in einem »Sonnentagebuch« dokumentieren können.

Bleistift gegen Digitalkamera

Das Fotografieren mit Digitalkameras wird heute immer einfacher – man kann fast schon von »Knipsen« reden. Als Grafiker und Maler bin ich jedoch ein Liebhaber des Zeichnens, das sich zum Festhalten der Eindrücke bei der Beobachtung unseres Zentralgestirns hervorragend eignet.

Haben Sie mal nachgeschaut?

Schicken Sie uns Ihre spannenden Erlebnisse rund ums Beobachten, ganz gleich, ob Sie durch einen Artikel aus ASTRONOMIE HEUTE dazu angeregt wurden oder durch ein aktuelles Ereignis: nachgeschaut@astronomie-heute.de

Ein Vorteil ist, dass man dabei bewusst beobachtet, während beim Fotografieren die schönen Bilder im Vordergrund stehen. Wenn Sie zeichnen, müssen Sie sich in die Strukturen auf der Sonne regelrecht vertiefen, da Sie sie sonst leicht übersehen. Die so gewonnenen Eindrücke bleiben Ihnen lange erhalten – nicht nur auf dem Papier.

Dafür möchte ich Sie heute gerne ein wenig begeistern. Mit etwas Übung können Sie nach und nach Ihr Beobachtungsbuch mit unvergesslichen Impressionen füllen. Die einfachsten Mittel sind dabei die besten: Sie benötigen lediglich ein Skizzenbuch mit Spiralbindung, zwei Bleistifte mit Härte HB und 2B, Spitzer, Radiergummi und zwei runde Schablonen aus Pappe mit etwa zehn und dreißig Zentimetern Durchmesser. Das Papier sollte nicht zu glatt sein.

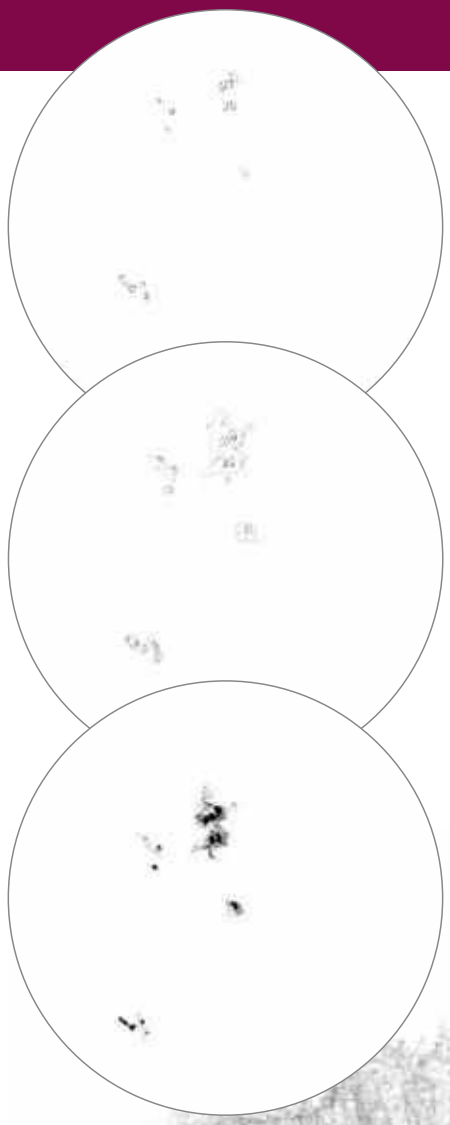
Aller Anfang ist leicht

Einen guten Einstieg ins Zeichnen bietet die Dokumentation von Sonnenflecken: Sie müssen erst einmal gar nicht ins Detail gehen, sondern können sich zunächst ganz auf das Erfassen von Größenverhältnissen und Positionen konzentrieren – und gewinnen dabei Erfahrung. Zeichnen Sie als Erstes mit Hilfe der kleinen Schablone eine Sonnenscheibe in Ihr Skizzenbuch und markieren Sie mit dem härteren Bleistift den Umriss der dunklen Zonen der Flecken, der so genannten Umbrae.

Vergleichen Sie immer wieder Lage und Größe der Flecken mit dem Bild im Okular und benutzen Sie wenn nötig den Radiergummi. Im zweiten Schritt ergänzen Sie die Zeichnung mit den helleren Regionen, den Penumbrae. Lassen Sie sich ruhig Zeit, bis Sie wirklich mit dem Ergebnis zufrieden sind.

Nun fehlt nur noch die Angabe von Datum, Uhrzeit sowie verwendeter Optik und Vergrößerung, damit das Ergebnis mit anderen Zeichnungen vergleichbar ist. Die korrekte Nord-Süd-Ausrichtung der Sonne können Sie zum Beispiel unter solarmonitor.org nachschauen. Diese Nasa-Seite zeigt aktuelle Bilder, mit denen Sie Ihre Ergebnisse vergleichen können.

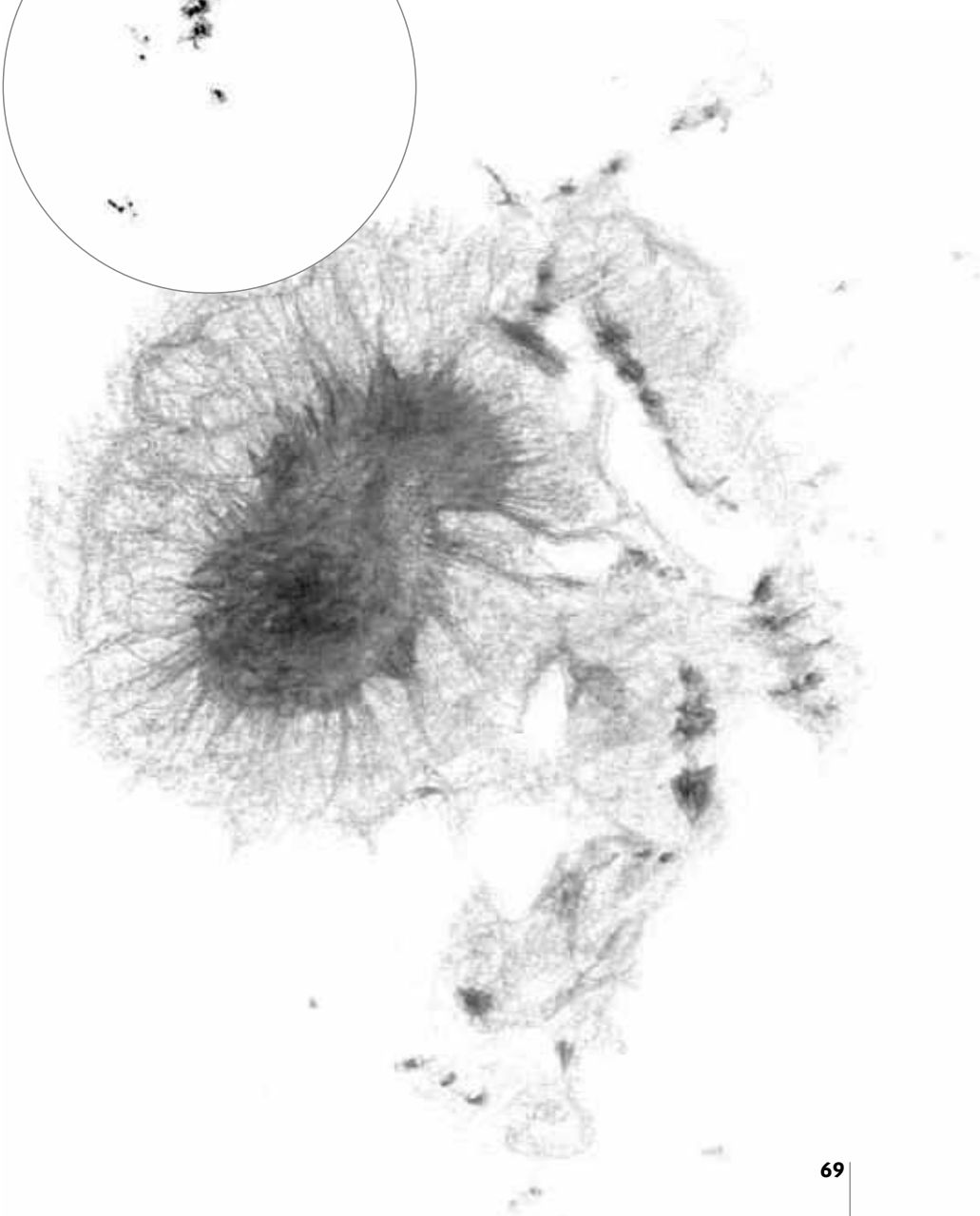
Das war's eigentlich schon. Wenn Sie möchten, vervollständigen Sie die Zeichnung später am Schreibtisch und füllen die Umrisse der Sonnenflecken entsprechend ihrer unterschiedlichen Hellig- >



Von der Skizze zum Bild

Arbeiten Sie Schritt für Schritt. So können Sie die Sonnenflecken leicht festhalten. Zuerst skizzieren Sie die dunklen Zonen (links oben). Im zweiten Schritt zeichnen Sie die helleren Randbereiche ein, die die Kernregionen umgeben (Mitte). Skizzieren Sie sorgfältig und nicht zu hastig. Abschließend können Sie die unterschiedlich hellen Bereiche noch auffüllen (darunter) – eine Arbeit, die Sie auch später nachholen können.

Mit etwas Übung können Sie bei hoher Vergrößerung detailreiche Zeichnungen erstellen. Diese Arbeit kann zwar ein paar Stunden in Anspruch nehmen, das Ergebnis kann sich aber – wie bei dem riesigen Fleck vom 1.5. 2005 (ganz unten) – sehen lassen.



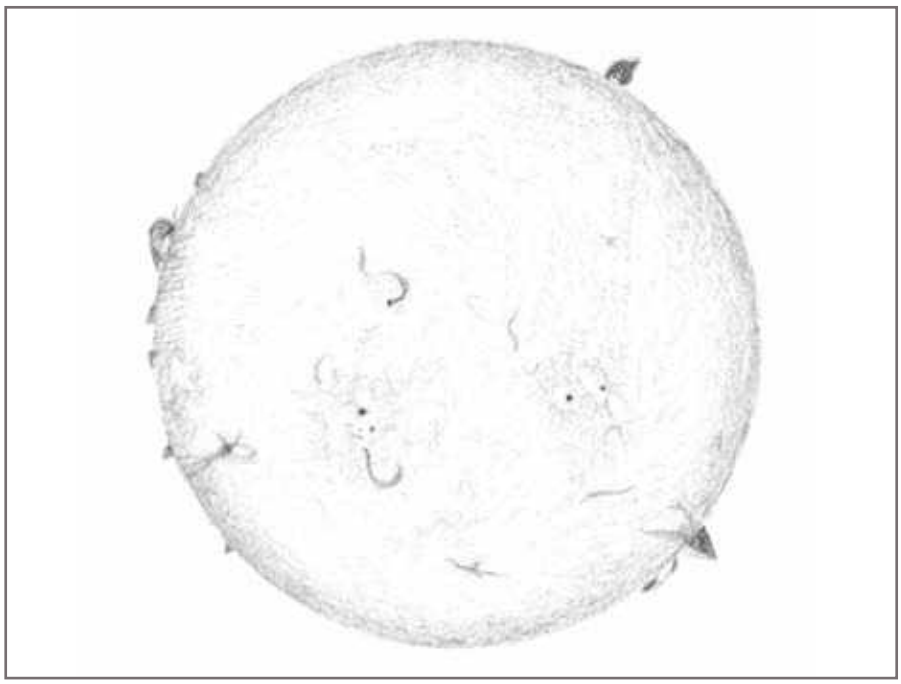
Eine Protuberanz entsteht Genau wie bei Sonnenflecken beginnen Sie mit dem Umriss, in den Sie dann die hellen und dichten Regionen einzeichnen, ohne sich in Details zu verlieren. Anschließend ergänzen Sie die feineren Bereiche mit einem weichen Bleistift. Zum Schluss können Sie noch die Sonnenoberfläche skizzieren (v. l. n. r.).

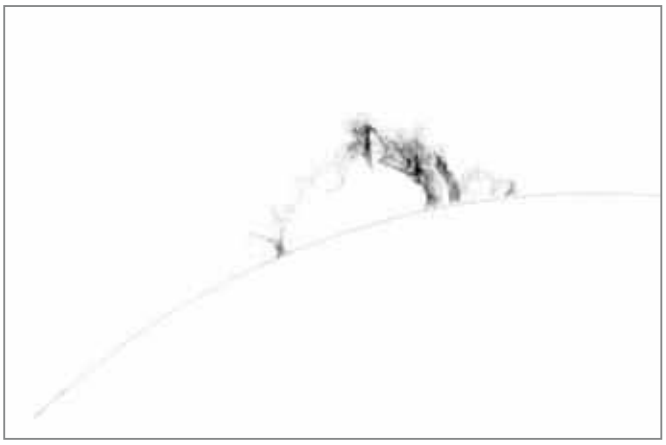
> keiten aus. Besonders spannend ist die Beobachtung eines Flecks über mehrere Tage hinweg, vom Erscheinen am östlichen (linken) bis zum Verschwinden am westlichen (rechten) Sonnenrand. Die etwa einen Monat dauernde Rotationszeit unseres Zentralgestirns lässt sich dabei leicht nachweisen. Mit etwas Glück sind gleichzeitig mehrere Flecken auf verschiedenen Breitengraden, also näher oder weiter entfernt vom Äquator zu sehen, die sich auf Grund der gasförmigen Natur der Sonne mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten bewegen. Im Abstand von zwei oder drei Tagen entstehen so wunderbare Serien vom »Lebenszyklus« eines Sonnenflecks. Wagen Sie sich bei guten Bedingungen auch ruhig einmal an eine Detailzeichnung mit hoher Vergrößerung. Das kann zwar ein paar Stunden Arbeit erfordern, die Schönheit des Anblicks wird Ihnen dafür jedoch lange in Erinnerung bleiben.

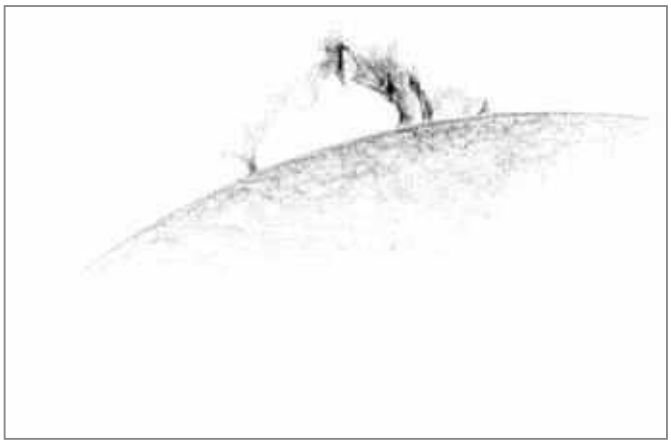
Im Rotlicht geht's rund

Im Gegensatz zur Beobachtung im Weißlicht, bei der die eher »ruhigen« Strukturen wie Sonnenflecken gut zu sehen sind, ist bei der Beobachtung im roten Licht der H-Alpha-Linie mehr los. Hier erscheint nur die Chromosphäre, eine dünne, aber äußerst turbulente Schicht heißen Gases. Das Spiel der Protuberanzen und Filamente sowie die Eruptionen der Flares sind dort sehr schön zu erkennen. Fast jeden Tag gibt es Neues zu sehen und zu zeichnen. Dafür benötigen Sie allerdings einen speziellen H-Alpha-Filter. Im Weißlicht durch einen üblichen Sonnenfilter bleiben diese Details verborgen, da sie von der glühenden Sonnenoberfläche, der Fotosphäre, überstrahlt werden.

Besonders die Protuberanzen sind dankbare Objekte: majestätische Bögen, Säulen oder gewaltige Fächer in allen Formen und Größen, mit vielen unterschiedlichen Strukturen und Details. Sind sie deshalb schwierig zu zeichnen? Nein, denn ein einfacher Aufbau der Zeichnung in vier Schritten bringt Sie schnell zum Ziel.







Suchen Sie sich für den Anfang am besten eine »langsame« Protuberanz aus, die sich nicht innerhalb von Minuten verändert.

Mit der größeren Schablone markieren Sie zuallererst den Sonnenrand und skizzieren den Umriss der Protuberanz mit lockeren Strichen.

Im zweiten Schritt konzentrieren Sie sich auf die hellen und dichten Teile der Protuberanz. Verlieren Sie sich nicht in Details, sondern versuchen Sie ihren »Charakter« zu erfassen: Ist sie wolkig, faserig oder mehr flächig? Der weiche Bleistift mit der Härte 2B ist dafür das richtige Instrument.

Als Drittes sind jetzt die feinen, nebligen Anteile an der Reihe. Mit einem stumpfen, weichen Bleistift und nur ganz leichtem Druck lassen sich auch zarte, hauchfeine »Schwaden« auf das Papier bringen.

Die Arbeit am Okular ist damit beendet und Sie können im vierten Schritt an die Feinarbeit gehen. Ergänzen Sie die Zeichnung um eine strukturierte Sonnenoberfläche, damit diese noch realistischer wirkt. Das apfelsinenartige Aussehen der Sonne im H-Alpha-Licht können Sie einfach mit kreisenden, sich überlagernden Strichen darstellen.

Sogar die Größe einer sorgfältig gezeichneten Protuberanz lässt sich grob bestimmen: Der Durchmesser der Sonne beträgt 1392000 Kilometer, der Ihrer Schablone dreißig Zentimeter. Damit ist jeder Zentimeter Ihrer Zeichnung in der Natur etwa 46000 Kilometer groß. Eine Protuberanz, die zum Beispiel den Sonnenrand auf Ihrer Zeichnung um drei Zentimeter überragt, hätte eine Höhe von 138000 Kilometer – mehr als das Zehnfache des Erddurchmessers! So wird zusammen mit der obligatorischen Angabe von Datum und Uhrzeit, Optik und Vergrößerung Ihre Zeichnung mit Leben erfüllt.

Sonnenzeichnungen verlieren sich nicht in Details, sondern lenken im Gegensatz zu Fotografien den Blick auf das Wesentliche. Daher können Sie die Charakteristika einer Protuberanz (ganz links) oder sogar der gesamten Sonnenscheibe (daneben) in einer Zeichnung viel besser erfassen. Außerdem beobachten Sie beim Zeichnen die Sonne auf jeden Fall konzentrierter als beim Fotografieren, sodass Sie Ihre Wahrnehmungsfähigkeit ebenfalls trainieren.

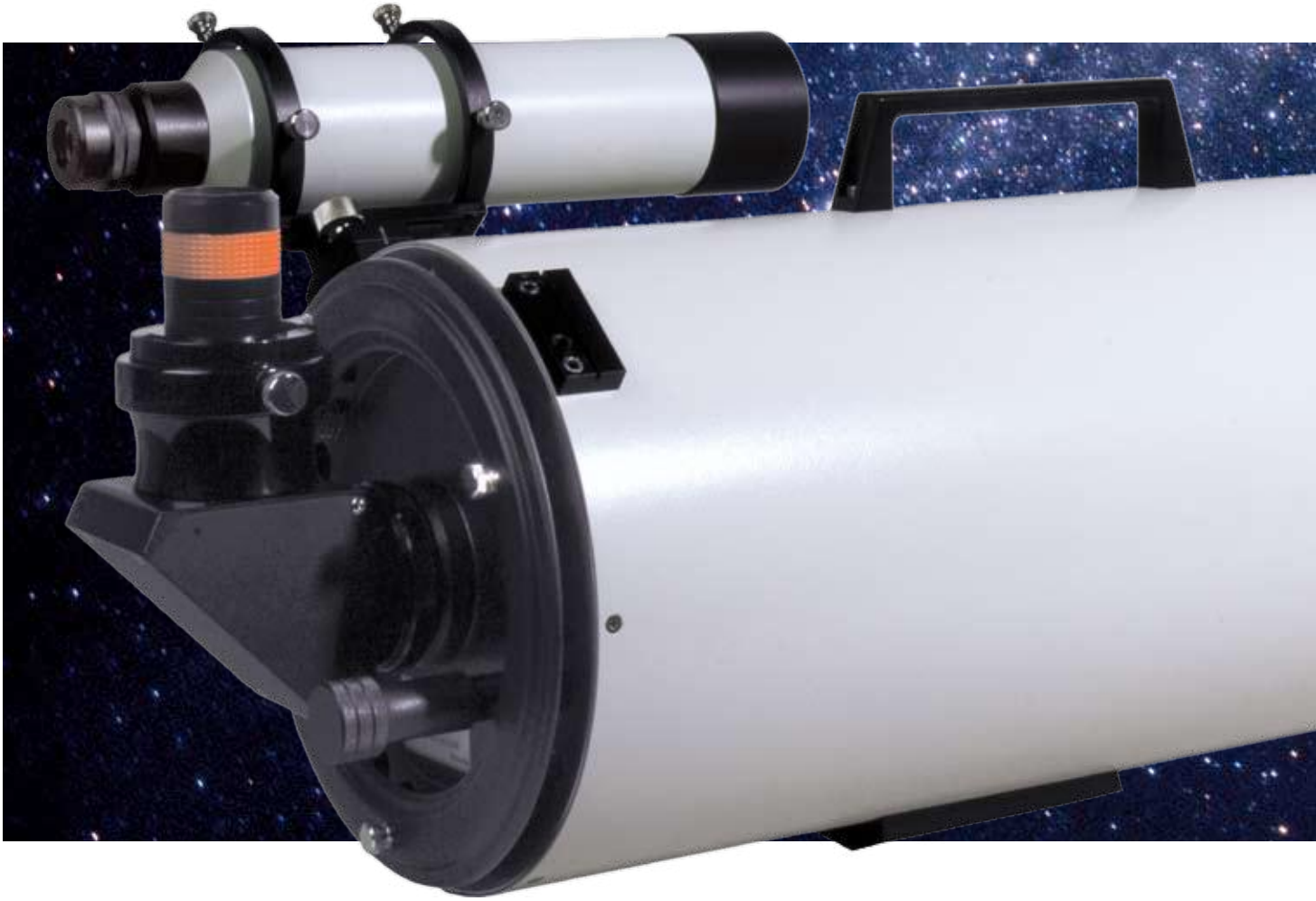
Wettervorhersage selbst gemacht

Ein besonderer Leckerbissen, der durch einen H-Alpha-Filter sichtbar wird, ist schwieriger zu erwischen: Flares sind gewaltige Eruptionen, bei denen die Sonnenmaterie innerhalb weniger Minuten auf mehrere Millionen Grad Celsius erhitzt wird. Diese beeindruckenden Ausbrüche können unter Umständen einige Stunden dauern, manchmal aber auch nur wenige Minuten. Da heißt es Acht geben, damit Sie sie nicht verpassen!

Im Teleskop erscheint die Sonnenoberfläche an diesen Stellen hell bis weiß und die ungeheure Energie in Form von harter elektromagnetischer Strahlung und Teilchen wie Elektronen und Protonen ist förmlich zu spüren – ein unvergleichlicher Anblick. Verbunden mit starken Flares können auch große Mengen Sonnenmaterie ins All ausgestoßen werden. Diese CMEs (Coronal Mass Ejections, koronale Massenauswürfe) verursachen unter bestimmten Bedingungen eine verstärkte Polarlichtaktivität auf der Erde. Bei Ausbrüchen in der Sonnenmitte sind diese »Materiestürme« oftmals auf die Erde gerichtet und treffen nach ungefähr ein bis drei Tagen auf das irdische Magnetfeld. Versuchen Sie doch einmal eine »Weltraumwetter-Vorhersage« zu treffen. Mit etwas Glück können Sie sich über Polarlichter freuen, deren Ursprung Sie auf der Sonne selbst miterleben konnten. Bei bedecktem Himmel ist das tagesaktuelle Weltraumwetter auch auf der Internetseite spaceweather.com zu verfolgen. Hier finden Sie jederzeit aktuelle Informationen über die Vorgänge auf unserem Zentralgestirn.

Mehrere tausend Euro in einen H-Alpha-Filter zu investieren ist natürlich nicht jedermanns Sache. Zum Glück gibt es mittlerweile erschwinglichere Alternativen. Bereits mit »kleinen« und vergleichsweise günstigen Sonnenteleskopen wie dem Coronado PST lassen sich schöne Beobachtungen und Dokumentationen machen. Die meisten hier gezeigten Zeichnungen sind an einem solchen Gerät entstanden. Wie bei der Deep-Sky-Beobachtung braucht man einige Zeit, um die Strukturen und Details kennen und beobachten zu lernen, da diese nicht immer sofort ins Auge springen. Aber es lohnt sich, da sich unsere Sonne mit immer neuem Geschehen darstellt. Und einen willkommenen Nebeneffekt hat das Ganze auch noch: Ihre mögliche Beobachtungszeit gegenüber reiner Nachtarbeit wird quasi verdoppelt. Hoffentlich finden Sie noch genug Zeit zum Schlafen! <<

Lambert Spix nutzt mittlerweile jede Wolkenlücke – egal, ob bei Tag oder bei Nacht.



Liebesgrüße aus Moskau

Der Sieben-Zoll-Maksutow-Cassegrain STF Mirage 7 aus Russland gilt unter Maksutow-Enthusiasten als Perle. Wir testeten ihn.

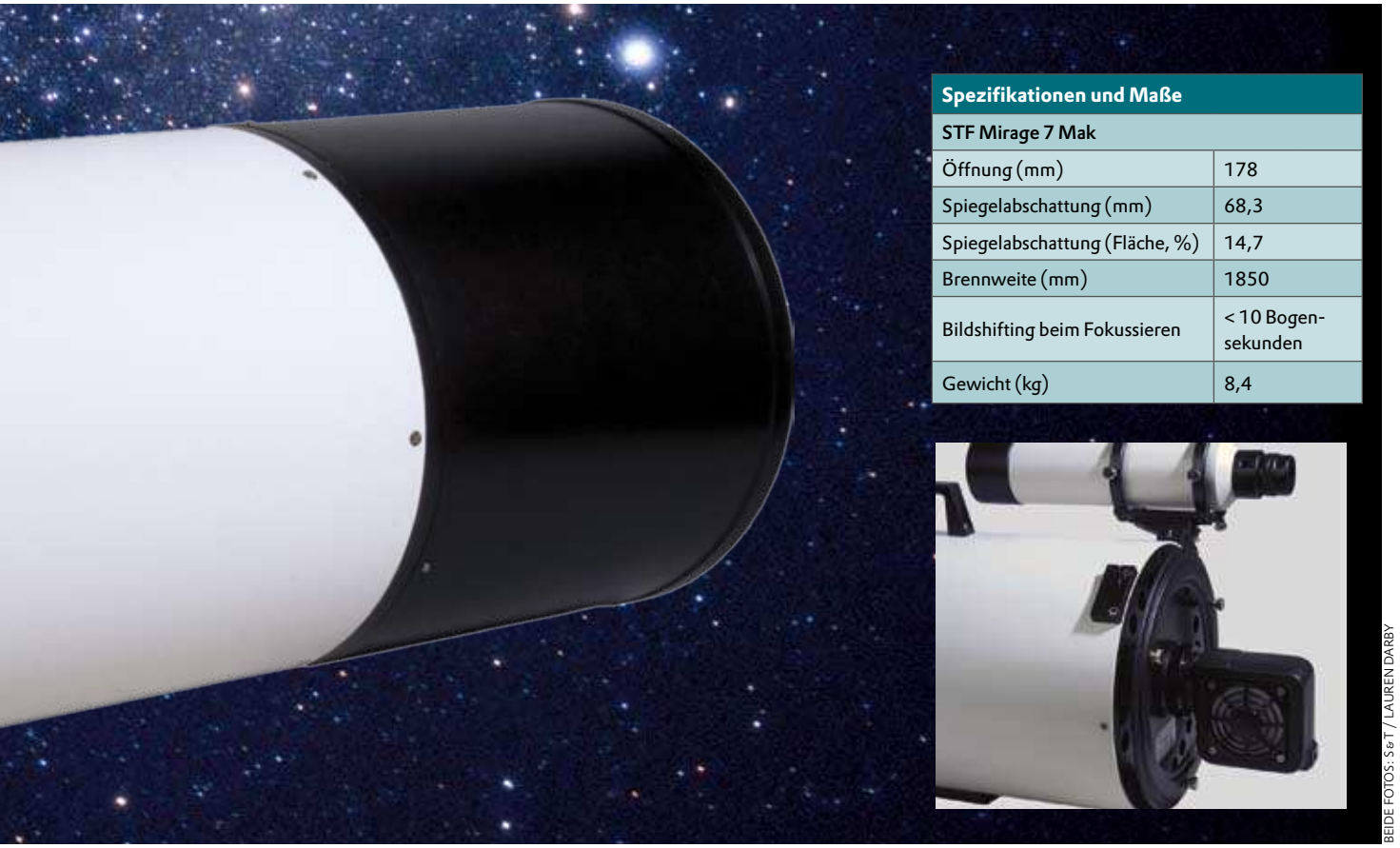
>> Sean Walker

Als bekennender Maksutow-Fan besaß ich in den vergangenen sechs Jahren vier verschiedene Modelle dieses Fernrohrtyps, die zwei unterschiedliche optische Anordnungen hatten. Ein Teil meiner Begeisterung rührt sicher daher, dass der Maksutow von Natur aus ein ebenes Bildfeld besitzt. So sind keine zusätzlichen Korrekturen notwendig, um ein großes für die Astrofotografie ideales Gesichtsfeld zu erreichen. In der Abbildungsqualität kann sich ein Maksutow sogar mit Linsenteleskopen messen, was viele Maksutow-Besitzer begeistert.

Auf jeden Fall bin ich mit meinem Maksutow-Newton MN76 der Firma Intes-Micro sehr zufrieden. Deshalb war ich auch begierig darauf, einen russischen Maksutow-Cassegrain ähnlicher Öffnung auszuprobieren.

Der STF Mirage 7 ist ein 180-Millimeter-Maksutow-Cassegrain mit einem Öffnungsverhältnis von f/10. STF heißt die neue Teleskopfirma, die mehrere ehemalige Intes-Optiker vor einigen Jahren gründeten. Das Unternehmen fertigt derzeit Teleskope des Typs Maksutow-Cassegrain und Maksutow-Newton.

Der Mirage 7 wird in einem strapazierfähigen »Holzsarg« ausgeliefert, ein besseres Wort fällt mir dazu nicht ein. Jedenfalls sparen die Russen nicht an der Verpackung! Alles kam in makellosem Zustand bei mir an. Sogar die optische Justierung des Teleskops schien nahezu perfekt zu sein. Im Lieferumfang enthalten ist ein 8×50-Sucher, eine Softtragetasche, eine Taukappe und ein Lüfter mit einer 12-Volt-Stromversorgung zum Kühlen des Hauptspiegels. Das Fernrohr hat den gleichen Schraubadapter, den man auch von der Rückseite der Acht-



Spezifikationen und Maße	
STF Mirage 7 Mak	
Öffnung (mm)	178
Spiegelabschattung (mm)	68,3
Spiegelabschattung (Fläche, %)	14,7
Brennweite (mm)	1850
Bildshifting beim Fokussieren	< 10 Bogen-sekunden
Gewicht (kg)	8,4

BEIDE FOTOS: S&T / LAUREN DARBY

Russische Optiken genießen in Sachen Qualität und Leistung einen guten Ruf. Das trifft besonders auf das Maksutow-Design zu, das Dmitri Dmitrijewitsch Maksutow mit anderen in den 1940er Jahren entwickelte. 1957 konstruierte John Gregory daraus ein Cassegrain-Teleskop. STF ist eine neue russische Firma, die sich auf Öffnungen mit sieben und acht Zoll spezialisiert hat. Das optische Prinzip des Mirage 7 beruht auf einem Rumak-Maksutow-Cassegrain. Dabei kommt ein separater Sekundärspiegel zum Einsatz, der es dem Nutzer erleichtert, die Optik – wenn erforderlich – schnell zu justieren.

Zoll-Schmidt-Cassegrain-Teleskope von Celestron und Meade kennt. Daher lässt sich eine große Palette visuelles und fotografisches Zubehör am Mirage nutzen.

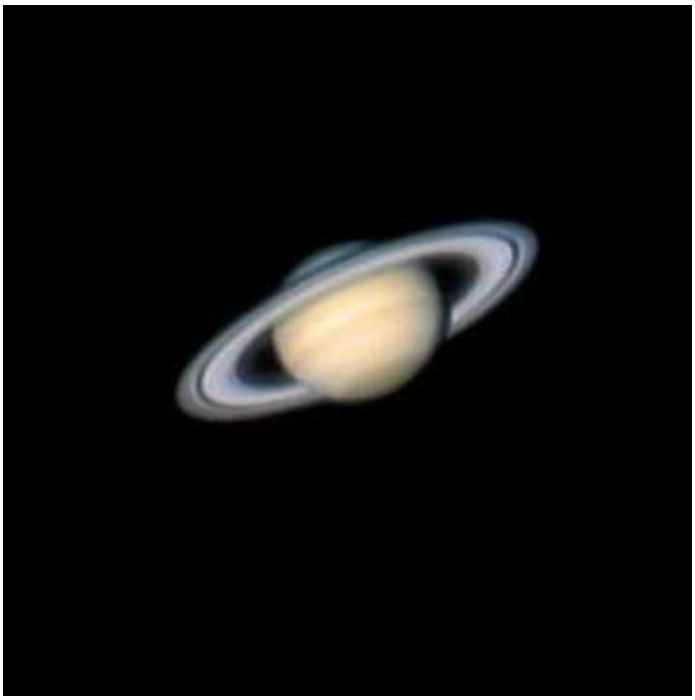
Beleuchtung nachrüsten

Wie es der Zufall wollte, war der Himmel in der ersten Nacht nach Auslieferung des Geräts klar. Ich konnte es also gleich testen. In der Montageplatte des Teleskops befinden sich drei Gewindelöcher, die es mir erlaubten, den Tubus auf einer Schwalbenschwanzplatte zu montieren und so auf meine deutsche Montierung G-11 von Losmandy zu setzen. Verarbeitung und Handlichkeit des Mirage 7 sind sehr gut.

Der Sucher liefert scharfe Bilder, doch das Fadenkreuz ist so dünn, dass eine Beleuchtung erforderlich ist, um es nachts gegen den dunklen Himmel zu erkennen. Er lässt sich mit einer Beleuchtung nachrüsten, zu deren Kauf ich auch sehr rate.

Die Sucherhalterung besteht aus zwei Ringen mit sechs Stellschrauben. Sie sitzen auf einer Platte, die durch eine einzige Schraube mit dem Hauptgerät verbunden ist. Obwohl dies auf den ersten Blick ausreichend erscheint, musste ich den Sucher praktisch jede Nacht neu justieren, selbst wenn das Teleskop nicht bewegt worden war.

Was mir am Mirage 7 dagegen gefällt: Beim Sekundärspiegel handelt es sich um ein separates optisches Element, das an der vorderen Korrekturlinse befestigt ist. Häufig besteht der Sekundärspiegel eines Maksutow-Cassegrain aus einem mit Aluminium bedampften Fleck auf dem Korrektor (das Gregory-Maksutow-Cassegrain-Design). >



BEIDE FOTOS: SEAN WALKER

Bei Beobachtung und Fotografie übertraf der Mirage 7 alle Erwartungen, wie das Bild des Saturns (oben links), gewonnen mit einer Philips ToUCam Pro 740, beweist. Die Aufnahme des Kugelsternhaufens M 92 im Sternbild Herkules entstand mit einer CCD-Kamera ST-8XE von SBIG und zeigt über das gesamte Bildfeld winzige Sternpunkte. Der Blick durchs Okular ist sogar noch überzeugender.

> Ein Maksutow mit einem separaten Sekundärspiegel, oft als Rumak-Design bezeichnet, erlaubt es dem Hersteller, während der Fertigung außerhalb der optischen Achse liegende Abbildungsfehler zu korrigieren.

Auch die Fokussiereinheit des Mirage ist einer besonderen Erwähnung wert. Handelt es sich bei ihr doch möglicherweise um das beste Fokussiersystem mit einem beweglichen Hauptspiegel, das ich jemals in Händen hielt. Bei 200-facher Vergrößerung bewegten sich die Sterne faktisch nicht, wenn ich die Fokussiereinheit vor- und zurückdrehte – ein beeindruckendes Kunststück bei dieser hohen Vergrößerung. Außerdem war kein Spiel der Fokussierung erkennbar. Selbst bei einer CCD-Kamera oder einer Planeten-Webcam. Ich hatte daher nie das Bedürfnis, die Fokussiereinheit durch die eines anderen Anbieters zu ersetzen.

Den Mirage 7 optisch zu bewerten, war eine große Herausforderung für mich. In der ersten Nacht hatte ich eine konstante Umgebungstemperatur und Seeing-Bedingungen, die besser als der Durchschnitt waren. Zunächst beobachtete ich Doppelsterne, dann stand eine Aufnahme des Mars auf meinem Plan, der erst kurz zuvor seine Oppositionsschleife beendet hatte. Später am Abend folgte Saturn. Die Ergebnisse waren sehr gut. Das Saturnbild war sogar das beste, das ich von meinem Standort während der gesamten letzten Sichtbarkeitsperiode des Planeten machen konnte.

Dreidimensionaler Anblick

Saturns Anblick im Okular fesselte mich besonders. Die Cassinische Teilung war entlang dem gesamten Ringsystem sichtbar und der Ringschatten, der auf die Nordhemisphäre des Himmelskörpers fiel, ließ den Anblick dreidimensional erscheinen. Feine Kontrastverläufe waren sowohl in den Ringen als auch auf dem Planetenscheibchen erkennbar.

Der Sterntest zeigt eine leichte sphärische Aberration, die sich in der Praxis aber nur bemerkbar macht, wenn man die unscharf gestellten Sternbilder betrachtet. Auf das fokussierte Bild wirkte sich dieser Fehler nicht aus. Bei der Beobachtung von Albireo (Beta Cygni) sah ich gelegentlich den ersten Beugungsring um das Airy-Scheibchen, vor allem um den gelben Stern dieses bekannten, farbenprächtigen Doppelsterns. Das Gerät löste bei 200-facher Vergrößerung mit meinem Neun-Millimeter-Plössl-Okular von Tele Vue sogar locker den Vierfachstern Epsilon Lyrae auf: Die Komponenten erschienen sauber getrennt. Im Vergleich zu meinem in der Nähe stehenden Maksutow-Newton war der Bildkontrast des Mirage 7 merklich besser, die Schärfe immerhin vergleichbar. Ein Grund könnten die besser gestalteten Blenden des Cassegrains sein. Der Himmelshintergrund war im Mirage 7 rabenschwarz, selbst bei 56-facher Vergrößerung und Lichtverschmutzung. Meinem MN76, der eine geringere optische Abschattung und eine kürzere Brennweite besitzt, ist der Mirage eindeutig überlegen. Der Anblick der Sternhaufen M 13, M 92 (siehe »Deep-Sky-Wunder im Herkules«, S. 54) und des Doppelhaufens im Perseus wirkten im Mirage »knackiger« als im MN76.

Der Mirage liefert deutlich bessere Bilder, wenn das Gerät sich an die Umgebungstemperatur angepasst hat. Dies bringt mich zum einzigen echten Problem, das ich mit dem Mirage 7 hatte: In vielen Nächten dauerte es einfach zu lang, bis das Instrument sein thermisches Gleichgewicht erreicht hatte. Während der Wintermonate war die erforderliche Zeit noch angemessen: Das Teleskop kühlte innerhalb von einer Stunde ab, wenn ich die Belüftungsschlitze auf der Rückseite des Tubus öffnete. Dagegen benötigt das Fernrohr während des Spät-

herbstes, wenn die Temperaturen nach Sonnenuntergang stark fallen, mehrere Stunden, um in sein thermisches Gleichgewicht zu kommen – auch wenn der Lüfter zum Kühlen benutzt wird.

Unpraktischer Lüfter

In einer Nacht brachte ich das Fernrohr aus der warmen Umgebung meines Hauses hinaus in die um zwanzig Grad kühlere Außenluft. Selbst nach drei Stunden zeigte sich beim Blick durchs Okular noch ein »Kamineffekt«: Warme, vom Spiegel aufsteigende Luft erzeugte Turbulenzen, die beim Blick durchs unscharf gestellte Fernrohr leicht zu erkennen waren. Der Einsatz des Lüfter erwies sich zur Vermeidung als nicht ausreichend. Er lässt sich an der Rückseite statt des Okularadapters aufsetzen und saugt dann die Luft durch die Öffnung des Hauptspiegels aus dem Tubus heraus. Die kühlere Umgebungsluft gelangt durch Schlitze auf der Rückseite des Tubus ins Innere des Teleskops. Vielleicht würde ein stärkerer Ventilator die Luft besser zirkulieren lassen. Dennoch ist es recht unpraktisch, wenn man ihn anstelle des Okularadapters befestigen muss. Während er die warme Luft aus dem Tubus saugt, ist nämlich keine Beobachtung möglich. Mehr als einmal habe ich mein okularseitiges Zubehör entfernt, um den Ventilator an- und eine Stunde später wieder abzuschrauben. Nur um dann festzustellen, dass das Fernrohr noch immer nicht ausreichend ausgekühlt war.

Auf jeden Fall behinderte mich dieses Problem bei der Beobachtung in der Dämmerung. So konnte ich kurzlebige Erscheinungen am Abendhimmel – wie Planetenkonjunktionen und den Kometen Swan während seiner größten Helligkeit – nur eingeschränkt beobachten.

Ist der Mirage 7 nun seine 1900 Euro wert? Die Antwort auf diese Frage hängt von Ihren Beobachtungsgewohnheiten ab. Wenn Sie ein wandlungsfähiges Fernrohr mit einem großen Gesichtsfeld für Deep-Sky-Objekte suchen, ist der Mirage 7 eine ausgezeichnete Wahl. Das Instrument ist bei der Mond- und Planetenbeobachtung mit hoher Vergrößerung wirklich unübertroffen.

Aber es ist kein sofort einsetzbares Gerät, wenn man es an kühlen Abenden aus dem warmen Haus nach draußen trägt. Hat er sich erst einmal an die Umgebungstemperatur angepasst, ist der Mirage 7 ein tolles Instrument, das dem Ruf der Maksutows alle Ehre macht. <<

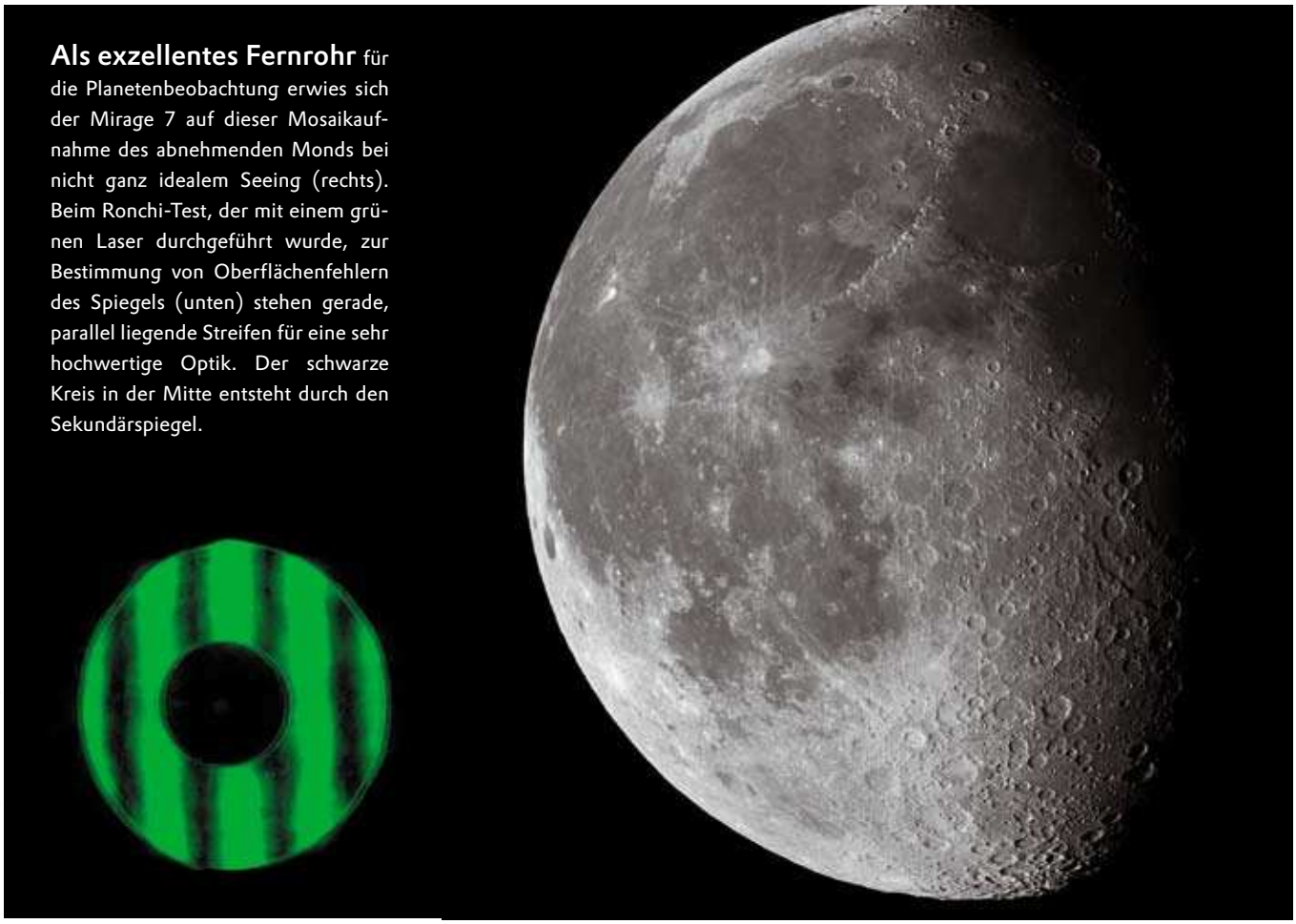
STF Mirage 7 Mak

Was uns gefiel:
- robuste Konstruktion
- ausgezeichnete Fokussierung
- großzügig dimensionierte Fokuslage

Was uns nicht gefiel:
- lange Zeit zum Auskühlen
- unzureichender Lüfter

Der eingefleischte Maksutow-Fan **Sean Walker** fotografiert den Nachthimmel von seiner neu gebauten Gartensternwarte im Süden New Hampshires aus.

Bezugsquellen für den STF Mirage 7 Mak finden Sie bei der Online-Version dieses Artikels unter:
astronomie-heute.de/artikel/874734



Als exzellentes Fernrohr für die Planetenbeobachtung erwies sich der Mirage 7 auf dieser Mosaikaufnahme des abnehmenden Monds bei nicht ganz idealem Seeing (rechts). Beim Ronchi-Test, der mit einem grünen Laser durchgeführt wurde, zur Bestimmung von Oberflächenfehlern des Spiegels (unten) stehen gerade, parallel liegende Streifen für eine sehr hochwertige Optik. Der schwarze Kreis in der Mitte entsteht durch den Sekundärspiegel.

FOTO UNTEN: S & T, DENNIS DI CICCO; FOTO RECHTS: SEAN WALKER

Ferienziele

Vor allem Fotofreunde können ihr Urlaubsgeld in neue Geräte investieren, aber auch für Beobachter ohne Kamera gibt es in diesem Sommer einige verlockende Angebote.

1 Äußerst solide Montierungen tragen bei Vixen den Zusatz DX. Neben der bereits bekannten Great Polaris GPD gibt es nun auch die Sphinx-Montierung als De-luxe-Version (SXD), die bis zu 15 Kilogramm trägt und sich hauptsächlich an ambitionierte Astrofotografen richtet. Das neue Modell wiegt ohne Gegengewichte 8,8 Kilogramm und bietet nicht nur alle Vorteile der go-to-gesteuerten Sphinx, sondern vor allem eine verbesserte Mechanik. Zusätzliche Kugellager entlasten die Motoren; Schneckenräder aus Messing sowie Achsen aus Stahl statt aus Aluminium sorgen für höhere Steifigkeit und Belastbarkeit. Dabei bleibt die verbesserte Montierung weiterhin gut transportabel, wozu auch die versenkbare Gegengewichtsstange beiträgt. Der Preis liegt bei 2539,– Euro.
vixen-europe.de

2 Zwölf Zoll, zwölf Kilo – das ist das Motto des neuen Reiseteleskops von Hofheim Instruments. Der Gitterrohrdobson hat eine Brennweite von 150 Zentimetern (f/5), eine Sechs-Punkt-Spiegellagerung hält den Hauptspiegel aus BK-7-Glas. Dank der fünfzig Zentimeter großen Höhenräder mit Ebony Star Formica auf Teflon lässt sich das Teleskop leicht nachführen. Ein Zwei-Zoll-Okularauszug ermöglicht den Einsatz einer breiten Auswahl von Okularen. Der Zusammenbau dauert etwa 15 Minuten und geht ganz ohne Werkzeug. Vollständig zerlegt bleiben zwei handliche Transportkoffer übrig, die Sie mit einem Gewicht von nur zwölf Kilogramm zu jeder Beobachtungsnacht mitnehmen können. Möglich wurde dies durch intelligentes Design und den Einsatz leichter Materialien. Noch bis zum Jahresende gilt der Einführungspreis von 1940,– Euro.
hofheiminstruments.com

Speziell zum automatischen Nachführen von Teleskopen wurde die ALccd-5-Kamera entwickelt (ohne Abbildung). Ihr Cmos-Chip zeichnet sich durch extrem geringes Rauschen und hohe Lichtempfindlichkeit aus. Bei einer Bilddiagonalen von 8,5 Millimetern liefert er Aufnahmen mit 1,3 Megapixeln. Im Vorschau- und Fokus-Modus überträgt die Kamera dreißig Bilder pro Sekunde. Über die passende Schnittstelle kann sie Ihre Montierung direkt nachführen, falls diese einen Autoguideranschluss besitzt. Die Stromversorgung der gerade einmal 105 Gramm schweren ALccd 5 erfolgt über das USB-Kabel. Neben einem T2-Anschluss gibt es auch ein Filtergewinde für 1,25-Zoll-Filter. Zusätzlich können Sie die Kamera auch als Webcam für Planetenfotografie einsetzen, allerdings erhalten Sie dann lediglich Schwarz-Weiß-Bilder. Der Preis beträgt 335,– Euro.
astrolumina.de

ALLE ABBILDUNGEN: HERSTELLERFOTOS

Für ambitionierte Astrofotografen ist die ALccd 6c durchaus ein interessantes Einstiegsmodell (ohne Abbildung). Ihr Sensor (Sony Super HAD) ist in Größe (17,6 × 25,1 Millimeter) und Auflösung (3032 × 2016 Pixel) vergleichbar mit dem digitaler Spiegelreflexkameras. Im Gegensatz zu diesen ist er jedoch deutlich empfindlicher für das Licht roter Gasnebel. Er sammelt somit zwischen 350 und 1000 Nanometer Informationen. Außerdem liefert die Kamera Bilder mit einer Farbtiefe von 16 Bit statt der üblichen zwölf, sodass eine höhere Dynamik erzielt wird. Das Abschlussfenster, welches das Innenleben vor Staub schützt, kann ohne Werkzeug zum Beispiel gegen einen Infrarotsperrfilter ausgetauscht werden. Eine Feuchtigkeitsfalle verhindert die Vereisung von Chip oder Abschlussfenster. Durch die Kühlung von Chip und Elektronik ist keine zusätzliche, geregelte Kühlung zur Rauschunterdrückung nötig, im Normalfall brauchen Sie daher auch keine Dunkelbilder. Die 500 Gramm schwere Kamera können Sie einfach über ein T2-Gewinde am Teleskop befestigen. Inklusive Netzteil und Kabeln kostet die ALccd 6c 2125,– Euro.
astrolumina.de

3 **Volle hundert Grad scheinbares Gesichtsfeld** bietet das 13-Millimeter-Ethos von Tele Vue – fünfzig Prozent mehr als ein normales Okular mit 82 Grad. Damit verbindet es das große wahre Gesichtsfeld langbrennweitiger Okulare mit der höheren Vergrößerung und dem dunkleren Himmelshintergrund kurzbrennweitiger Exemplare. Die hohen Ansprüche des Herstellers in Bezug auf Einblickverhalten, Kontrast und Schärfe wurden auch bei dieser Neuentwicklung beibehalten. Der endgültige Preis ist noch nicht bekannt. Es ist ab Sommer erhältlich.
televue.com

4 **Ein GPS-Empfänger** ermöglicht die einfache, satellitengestützte Bestimmung von Uhrzeit und Standort. Die dritte Generation der StarGPS-Erweiterung für computergesteuerte Go-to-Teleskope trägt den Namen StarGPS-NX und unterstützt verschiedene Hersteller. Im Lieferumfang ist für 149,– US-Dollar neben dem eigentlichen Empfänger auch ein Adapterkabel enthalten. Über den RS232-Anschluss erfährt Ihre Steuerung somit automatisch Datum, Zeit und Position. Adapter gibt es für die folgenden Modelle: Astro-Physics GTO, Celestron NexStar (SLT, SE, AS-GT, CGE), Losmandy Gemini, Meade 494/495/497 Autostar (DS, ETX, LXD, LX90), Meade LX200 Classic, Synta (Sky-Watcher SynScan V3, Orion Atlas/Sirius). Außerdem können Sie den Empfänger auch direkt mit einem PC verbinden.
stargps.ca

Begegnungen

Zwischen Mond und Planeten kam es in den letzten Wochen zu einigen pittoresken Treffen. Aber auch jenseits des Sonnensystems gab es viel zu sehen.

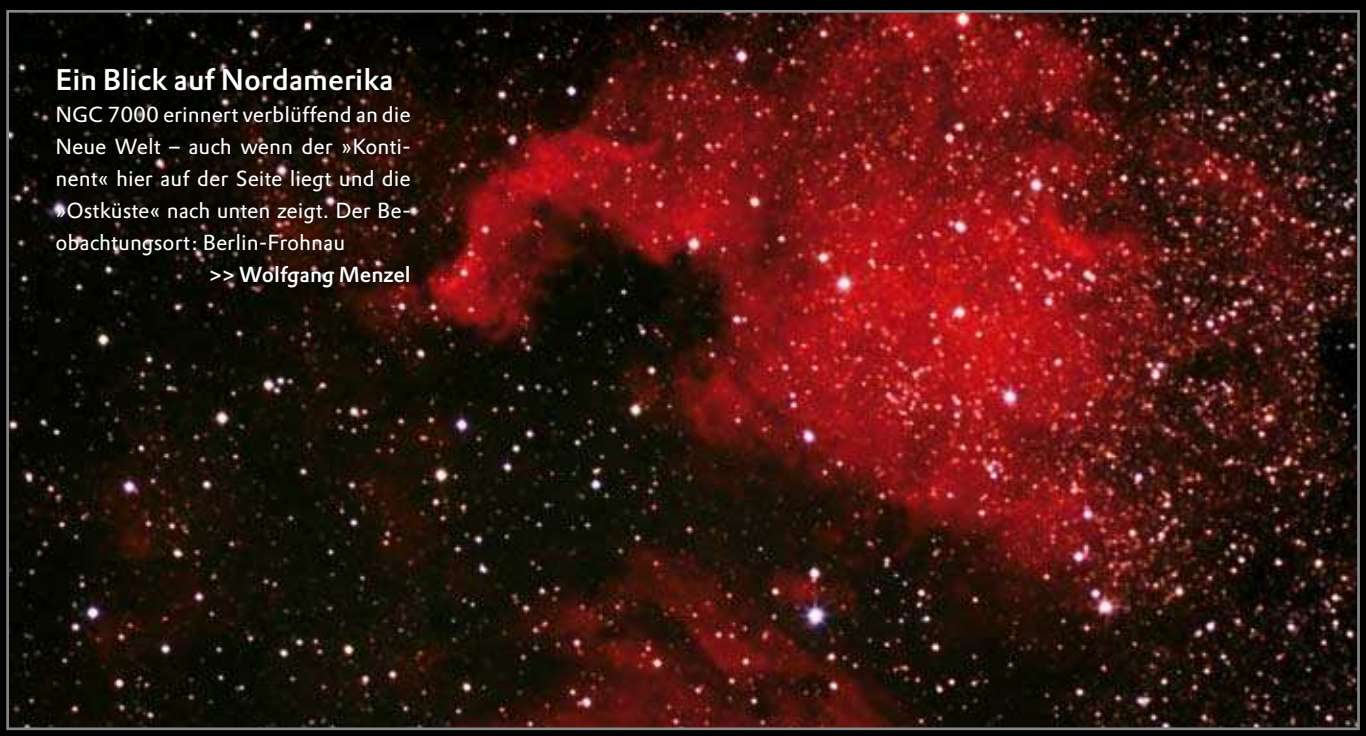
Himmelsbote trifft Liebesgöttin
Merkur (rechts von der Bildmitte) ist genau wie die helle Venus (links oben) eigentlich kein schwieriges Ziel – allerdings ist er immer nur kurz zu sehen. Die Aufnahme wurde drei Sekunden lang von einer Autobahnraststätte aus belichtet.

>> Maciej Libert

Alles dreht sich

Die scheinbare Wanderung der Sterne um den Pol zeigt dieses Komposit aus 26 je drei Minuten belichteten Fotos. Im Vordergrund brennt ein Osterfeuer in der Nähe von Graz.

>> Robert Pölzl



Ein Blick auf Nordamerika

NGC 7000 erinnert verblüffend an die Neue Welt – auch wenn der »Kontinent« hier auf der Seite liegt und die »Ostküste« nach unten zeigt. Der Beobachtungsort: Berlin-Frohnau

>> Wolfgang Menzel

As time goes by …

Am 18. und 19. April wanderte der schmale, zunehmende Mond rasch auf den hellen Abendstern zu – zwischen diesen beiden Aufnahmen liegen gerade einmal 24 Stunden.

>> Roby Kieffer

Geschwister der Erde

Links oben zeigt die Venus ein seltenes Bild: Ein U-Filter vor der Webcam offenbart ihre Wolkenstrukturen im Ultravioletten. Darunter Venus sowie Saturn und Jupiter im sichtbaren Licht

>> Silvia Kowollik (oben)

>> Jens Müller (übrige)

Es geht auch analog

Volle zwanzig Minuten lang richtete Peter Frank seine Kamera samt Teleobjektiv auf die Plejaden – das Licht der Sterne sammelte dabei nicht wie üblich eine Digitalkamera, sondern ganz klassisch ein Diafilm.

>> Peter Frank

Sternstrudel

M 81 im Großen Wagen steht im Zentrum einer kleinen, 6,5 bis zehn Millionen Lichtjahre entfernten Galaxiengruppe und erscheint fast so groß wie der Vollmond.

>> Rochus Hess

Streulicht

Das Zodiakal- oder Tierkreislicht wird von Staub im Sonnensystem reflektiert und markiert die Bahnebene der Planeten. Sehen Sie die dezente Säule, die sich von der hellen Venus in der Bildmitte schräg über den Horizont in Richtung der Plejaden erhebt?

>> Björn Hamann

Machen Sie mit: Wir freuen uns über Ihre »Glanzlichter« – schicken Sie uns Ihre besten Astrofotos!
Aus allen Einsendungen wählen wir einige der schönsten aus und veröffentlichen sie im Heft. Bitte senden Sie uns die Bilder gleich als JPEGs in der höchsten Auflösung und keine kleinen Vorschaubilder. Schicken Sie uns jedoch möglichst keine Download-Links, CDs oder Zip-Archive. Geben Sie bitte auch Details über Teleskop, Kamera oder Aufnahmetechnik an. Abzüge und Diapositive können nur zurückgesandt werden, wenn ein frankierter Rückumschlag beiliegt.

Adresse: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH • Redaktion ASTRONOMIE HEUTE • Stichwort: Glanzlichter
Postfach 10 48 40 • 69038 Heidelberg • E-Mail: glanzlichter@astronomie-heute.de

AUFNAHMEN IN DER GROSSSTADT – TEIL 2

Die digitale Dunkelkammer

Im letzten Heft beschrieben wir, wie Sie auch in der Stadt lichtschwache Objekte fotografieren können. Am Computer gelangen Sie vom Rohbild zum professionellen Ergebnis.

>> Mark Achterberg

Nachdem wir uns im ersten Teil mit dem Auffinden und Fotografieren von Deep-Sky-Objekten in Gegenden mit hoher Lichtverschmutzung beschäftigt haben, widmen wir uns nun der Optimierung der Rohbilder und beleuchten die Besonderheiten bei der Bildbearbeitung.

Wenn der Kontrast zwischen Objekt und Himmelshintergrund auf Grund der Lichtverhältnisse nur gering ist, muss jegliches Rauschen möglichst vollständig eliminiert werden. Bei der Planetenfotografie mit einer Webcam mittle ich deshalb mindestens fünfzig bis hundert Rohbilder, um ein »glattes« Ergebnis zu erhalten. Das Rauschen ist statistisch zufällig verteilt und gleicht sich daher über viele Aufnahmen hinweg zu einem relativ einheitlichen Hintergrund aus; das Bild wird also immer ruhiger.

Glücklicherweise rauschen digitale Spiegelreflexkameras (DSLR) bei Weitem nicht so stark wie Webcams, daher reichen hier deutlich weniger Bilder. Auch müssen Sie eher selten winzige Details von Bogensekundengröße sichtbar machen, wie zum Beispiel bei den Wolkenwirbeln von Jupiter.

Für Deep-Sky-Objekte sollten Sie an einem lichtverschmutzten Aufnahmeort mindestens zehn Bilder in Folge mit identischen Einstellungen aufnehmen. Die Devise ist: Je mehr, desto besser, denn das Verhältnis von Signal zu Rauschen steigt zuerst beim Mitteln von zwei Bildern um eine Stufe an, dann bei 4, 9, 16, 25 und so weiter. Zehn Aufnahmen liefern also bereits ein etwa dreimal besseres Signal-zu-Rausch-Verhältnis als ein Einzelbild, bei 15 ist es schon fast eine Vervierfachung. Sie können somit höheren Kontrast oder mehr schwache Einzelheiten herauskitzeln, ohne dass das Bild zu verrauscht aussieht. Hier ist also Fleiß und Geduld angesagt.

Städtische Stolperfallen

Die meisten Probleme einer DSLR beziehungsweise die Unvollkommenheiten bei der Fehlerkorrektur stören besonders bei jenen Bildern, die auf Aufnahmen unter aufgehelltem Himmel zurückgehen. Dies sind das Verstärkerglühen (ein heller Bereich am Bildrand, da der Kamerasensor auch auf die Abwärme des Verstärkers anspricht), die Hotpixel (defekte Pixel, die ständig ein Signal liefern) und die Vignettierung durch ein nicht gleichmäßig ausgeleuchtetes Gesichtsfeld. Der Grund dafür ist die im Vergleich mit Aufnahmen unter guten Bedingungen stärkere notwendige Kontrastanhebung.

Um die Hotpixel und das Verstärkerglühen zu beseitigen, sollten Sie Referenzaufnahmen anfertigen. Diese sogenannten Darkframes oder Dunkelbilder definieren, was die Kamera für schwarz hält, um dies anschließend von den Rohbildern abzuziehen und dadurch das eigentliche Objektsignal zu isolieren. Decken Sie dafür die Teleskopöffnung ab und fertigen Sie bei identischen Einstellungen mindestens genauso viele Dunkelbilder wie Rohbilder an. Wenn Sie hier zu sparsam sind, verschlechtert sich durch das Rauschen der Dunkelbilder das Endergebnis. Wichtig ist, unter identischen Bedingungen (Temperatur, Kameraeinstellungen) zu arbeiten. Im Idealfall nehmen Sie gleich nach jeder Aufnahme ein Darkframe auf. Einige Kameras können das auch automatisch durchführen. Diese Vorgehensweise kostet leider viel Zeit.

Als Kompromiss können Sie die Dunkelbilder auch aufnehmen, wenn Sie das Teleskop abbauen. Solche Darkframes, bei denen die Temperatur zum Aufnahmezeitpunkt nicht hundertprozentig mit jener der eigentlichen Fotos übereinstimmt, unterscheiden sich jedoch in Hotpixeln, Rauschen und Verstärkerglühen von den Rohbildern. Dadurch würde die Korrektur der Fehler nicht genau genug gelingen. Das können Sie durch eine Gewichtung der Darkbilder vor der Fehlerkorrektur aber größtenteils ausgleichen. Einige Programme wie AstroArt (www.msb-astroart.com) oder ImagesPlus (mlunsold.com) erledigen das automatisch.

Um die Vignettierung zu beseitigen, die durch die notwendige Kontrastanhebung verstärkt wird, benötigen Sie ein

ALLE FOTOS DIESES BEITRAGS: MARK ACHTERBERG

Viel Aufwand steckt hinter beeindruckenden Astroaufnahmen wie diesem Bild des Großen Orionnebels (M 42). Das Rohbild finden Sie auf der nächsten Seite.

Flatfield. Dazu fotografieren Sie einen vollständig gleichmäßig ausgeleuchteten Bildausschnitt mit identischer Ausrüstung und gleicher Schärfeeinstellung. Die Flatfield-Aufnahme dividieren Sie dann in Ihrem Bildbearbeitungsprogramm vom Rohbild.

Das Flatfield enthält die gleichen Ungleichmäßigkeiten bei der Ausleuchtung und zeigt auch denselben Schmutz vor dem lichtempfindlichen Sensor wie die anderen Aufnahmen und kann deshalb zur Korrektur verwendet werden. Die Hauptschwierigkeit ist die Anfertigung eines Flatfields. Hierfür können Sie eine gleichmäßig beleuchtete Wand oder auch den klaren Himmel bei derselben Schärfeeinstellung wie bei den eigentlichen Aufnahmen fotografieren. Im Internet finden Sie auch verschiedene Anleitungen zum Bau einer speziellen Flatfieldbox.

Die Belichtungszeit sollte so gewählt werden, dass die Pixel laut Histogramm etwa zu zwei Dritteln gesättigt sind. Auch hier müssen Sie viele Flats anfertigen, da sonst wieder Rauschen ins Bild eingebracht wird.

Sowohl bei »Darks« wie bei »Flats« ist es gleichermaßen wichtig, möglichst genau zu arbeiten, da jeder kleine Fehler bei den heftigen Kontrastanhebungen der Stadtaufnahmen stärker hervorgehoben wird als bei solchen unter Landhimmel. Dazu gehört auch, die Raw-Bilder der >

Um trotz Bildbearbeitung die Echtfarben von Sternen zu erhalten – wie im linken Foto von M 34 – müssen Sie behutsam vorgehen. Die Rohbilder gelungener Astrobilder (rechts) lassen das Endergebnis (S. 85) kaum erahnen.

> DSLR nicht durch das Canon-Programm Fileviewer ins Fits-Format übersetzen zu lassen. Dabei wird nämlich leider ein Algorithmus angewendet, der die Hotpixel nicht korrekt 1:1 übersetzt. Deshalb funktioniert dann der Dunkelabzug nicht mehr optimal.

Programme wie AstroArt oder ImagesPlus liefern bessere Ergebnisse. Diese und andere spezialisierte Astrosoftware wenden beim Einlesen keine Glättungs- oder Fehlerbereinigungsprozeduren auf die Bilder an, durch die schwache Informationen verfälscht werden können. Alles, was durch solche Routinen verändert wird, ist im Nachhinein nicht wiederherstellbar.

Zum Zusammenrechnen der Rohbilder empfehle ich den Sigma-Algorithmus, den die meisten Astroprogramme als Alternative zum Mitteln anbieten. Dieser berücksichtigt nur Pixel, die gegenüber den Pixeln von mindestens drei Bildern der Aufnahmeserie keine Ausreißer darstellen. Dadurch werden unter anderem so genannte Cosmics beseitigt. Das sind durch Weltraumstrahlung entstandene sporadisch auftretende heiße Pixel. Auch wenn eine Flugzeug- oder Satellitenspur in einem Bild ist, sieht man im fertig kombinierten Ergebnis nichts mehr davon. Gespeichert werden sollte im verlustfreien Fits-Format.

Die Magie im Computer

Haben Sie nun alle Rohdaten zusammengeführt, folgt die Aufbereitung in einem Bildbearbeitungsprogramm. Hierfür verwende ich Photoshop, das mit der Technik der Ebenenfunktion optimale Möglichkeiten bietet. Dabei können Sie die notwendigen Befehle auf die darunterliegenden Ebenen anwenden. Und Sie können zu jedem Zeitpunkt und in beliebiger Reihenfolge alle Parameter ändern, auch die bereits zurückliegender Aktionen. So können Sie aufwändige, wiederholte Funktionsaufrufe vermeiden, wenn die Wahl eines Parameters sich im Lauf der Bearbeitung als schlecht erweist. Gerade bei anspruchsvollen, lichtverschmutzten Aufnahmen ist diese Technik sehr empfehlenswert.

Zum Einlesen der Fits-Bilder in Photoshop verwende ich das Fits-Liberator-Plug-in, das Esa, Eso und Nasa kostenlos zur Verfügung stellen (AH 10/2005, S. 74). Ich lese die RGB-Kanäle nacheinander ein und kombiniere sie anschließend wieder zu einem RGB-Bild, indem ich sie in die Farbkanäle eines RGB-Bilds gleicher Größe kopiere. Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass ich in einem Fits-Liberator-Fenster bereits während des Einlesens den Schwarzpunkt der Kanäle weit gehend optimieren und damit die Farbbalance annähernd herstellen kann. Hier können Sie auch schon grob die Farbstiche der Filter ausgleichen.

In Photoshop erfolgt dann ein Feintuning des Schwarzpunkts in der Tonwertkorrektur, sodass der Hintergrund weit gehend gleiche Pixelwerte für RGB zeigt. Der Hintergrund sollte Werte zwischen zehn und zwanzig haben. Sattschwarze Bereiche wirken nach meinem Empfinden unnatürlich.

Danach strecke ich den Kontrast des Objekts, indem ich die Gradationskurve im dunklen Bereich steiler mache. Damit wird der Hintergrund wieder stärker sichtbar. Also müssen Sie mit den Werten der Tonwertkorrektur und der Gradationskurven »spielen«. Ziel ist es, das Optimum aus hervorgezauberten dunklen Objektdetails und Verstärkung des Hintergrundrauschens zu finden. Durch die Anwendung der Gradationskurve und Vermeidung der Verschiebung des Tonwert-Weißpunkts behalten die Sterne ihre Farben (Foto oben links). Wenn Sie das Objekt gegenüber dem Hintergrund

hervorgehoben haben, können Sie je nach Bildrauschen verschiedene Schärfungen vornehmen, um grobe und feine Objektdetails besser herauszuarbeiten. Ich benutze überwiegend den Hochpassfilter. Diesen wende ich jedoch nur auf die dafür interessanten Bereiche an, indem ich sie markiere, kopiere, als neue Ebene einfüge und danach den Filter nur auf diese neue Ebene anwende.

Helle Sterne sollten Sie mit dem Radiergummi-Werkzeug mit weicher Kante aus der Ebene entfernen, da sonst leicht dunkle Ringe um sie entstehen können, die sehr unansehnlich sind. Auch kann hier schnell die Farbdifferenzierung der Sterne abhanden kommen. Die Sterne sehen dann wie ausgestanzt aus. Dieselben Hinweise gelten natürlich für die beliebte »unscharfe Maske«.

Je größer der Hochpass-Pixelwert ist, desto gröber werden die geschärften Konturen. Werte zwischen drei und fünfzehn sind meist sinnvoll. Nach Anwendung des Filters müssen Sie die Ebenenoption auf »überlagern« einstellen. Wie stark der Filter wirken soll, bestimmen Sie zuletzt mit der Ebenentransparenz in der entsprechenden Palette. Hier reichen meist fünfzehn bis dreißig Prozent Deckkraft. Diesen Vorgang können Sie mit verschiedenen Pixelwerten des Filters wiederholen und dadurch verschiedene Bereiche gezielt schärfen. Auch hier gilt es, das Objekt ohne den Hintergrund und mit Bedacht zu schärfen, da das Rauschen sonst wieder zunimmt.

Zum Abschluss der Bearbeitung können Sie das verbliebene Rauschen mit dem kostenfreien Programm NeatImage (neatimage.com) bekämpfen. Eingelesen wird das Bild dabei im verlustfreien Tiff-Format.

Zum Glätten sollten Sie nicht die vordefinierten Werte verwenden. Unterhalb des Reiters »noise profile« können Sie (nach Aufziehen eines Fenster über dem Hintergrund) über den »rough noise analyzer« die grobe Rauschverteilung berechnen lassen. Danach drücken Sie auf »auto fine-tune« und NeatImage berechnet das genaue Rauschprofil. Bei den »noisefilter settings«, die unter dem nächsten Reiter zu finden sind, sollten Sie Werte für high und mid auf höchstens siebzig Prozent und für low zwischen null und 25 Prozent einstellen. Die Wirkung können Sie in Echtzeit in einem Vorschaufenster kontrollieren, das bei Hineinklicken das Originalbild im Vergleich zeigt. Unter dem Reiter »output image« können Sie die Glättung auf das ganze Bild anwenden, mit dem Original vergleichen und sicherstellen, dass das Bild nicht zu weichgezeichnet aussieht. Danach speichern Sie es als Tiff und nehmen eventuell letzte Feinkorrekturen in Photoshop vor.

Bei mir dauert die abschließende Bildbearbeitung am Computer meist deutlich länger als die Belichtungszeit. Aber der Aufwand lohnt sich!

Hoffnung für Lichtgeplagte

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass unter lichtverschmutztem Himmel die widrigen Randbedingungen oder die Schwachstellen der Ausrüstung durch Fleiß, Ausdauer und genaues Arbeiten deutlich verringert werden können. Das ist zwar alles andere als eine leichte Aufgabe, aber es besteht dennoch Aussicht auf Erfolg.

Moderne Interferenzfilter erlauben es auch in der Stadt, Objekte zu fotografieren, die dem Auge verborgen bleiben. Prädestiniert für den Filtereinsatz sind jene Ziele, die in engen Wellenlängenbereichen erstrahlen, wie Emissionsnebel, Planetarische Nebel und Supernovareste. Bei ihnen kann damit der Kontrast stark gesteigert werden. Helle offene und Kugelsternhaufen wirken mit Lichtverschmutzungsfiltern oft sehr ansehnlich. Galaxien und Reflexionsnebel, die kontinuierlich und flächenhaft leuchten, sind leider weit schwieriger bis gar nicht abbildbar. Für diese hilft nach wie vor nur die Flucht aufs Land. Den Einsatz von modifizierten digitalen Spiegelreflexkameras (AH 1-2/2007, S. 82) kann ich wegen ihrer vielen genannten Vorteile wärmstens empfehlen.

Ich spreche also allen lichtgeplagten Deep-Sky-Freunden ausdrücklich Mut zu, denn auch die bekannten und erfolgreichen Astrofotografen kochen nur mit Wasser. Und einige von ihnen haben nicht einmal einen tollen Himmel zur Verfügung. <<

Mark Achterberg sammelt seine Erfahrungen im Umfeld von Berlin und präsentiert die Ergebnisse unter space-watcher.de.

Lohnenswerte Literatur und Links zum Einstieg in die Astrofotografie finden Sie im Internet unter astronomie-heute.de/fotopraxis.

Hofheim Instruments

Hofheim Instruments M. Tennigkeit
Hattersheimerstr. 29 a
D - 65719 Hofheim
Telefon +49 (0) 61 92 - 22 333

Service@HofheimInstruments.com
www.HofheimInstruments.com

Die neue Leichtigkeit: 12 Zoll, 12 Kilo.

Diesen leistungsstarken 12 Zoll Leichtbau-Reise-Dobson können Sie ganz leicht zerlegen, vollständig in zwei Transportboxen verstauen und damit besonders leicht transportieren.

Alles ist drin: exzellenter, nur 12 Kilo leichter F/5-Newton in Gitterbauweise, präziser 2-Zoll-Drehfokussierer, Leichtbau-Dobson-Montierung mit allen Stangen.

Industriell gefertigt, komplett ohne Werkzeug zu handhaben, stabil und solide aus Edelstahl, Aluminium und Birke-Multiplex. Mit faszinierender optischer Leistung, die kein Detail auslässt. Perfekt für ein völlig neues Astronomie-Erlebnis in Ihrem nächsten Urlaub.

ALLE ILLUSTRATIONEN: AH / EMDE-GRAFIK

Im Anflug Durch die Scheibe ihres Raumschiffs sehen Sonja und Lunic die zwei roten Flecken Jupiters.

Rundflug um Jupiter

>> Cecilia Scorza de Appl

»Ich sehe ihn, ich sehe ihn, Sonja! Dort ist Jupiter, der größte aller Planeten!«

»Na also, siehst du, Lunic? Es hat sich doch gelohnt, mit dem Raumschiff am Mars und am Asteroidengürtel vorbeizufliegen und während der Zeit viele Bücher in der Schwerelosigkeit zu lesen! Zum Glück haben wir unser magnetisches Schachspiel mitgenommen. Sonst hätten wir die Figuren im ganzen Raumschiff wieder einsammeln müssen.«

»Stimmt, du hast Recht. Holst du bitte die Kamera? Ich möchte Jupiter ganz aus der Nähe fotografieren. Schau: Auf seiner Oberfläche sieht man braune und weiße Wolken, die helle und dunkle Streifen bilden. Woraus die wohl bestehen?«

»Soweit ich weiß, ist Jupiter kein fester Planet wie Merkur, Venus, Erde und Mars, sondern eine riesige Gaskugel. Sein Durchmesser ist ungefähr 11-mal und seine Masse 300-mal so groß wie die von der Erde, Lunic. Er besteht hauptsächlich aus Wasserstoff und Helium, fast so wie die Sonne.«

»Und woher kommen die ganzen Wolken und die dunklen Streifen, Sonja? Er dreht sich bestimmt sehr schnell um seine Achse und ist deswegen am Äquator ganz ausgebeult.«

»Ja, trotz seiner Größe dreht er sich in nur zehn Stunden einmal um sich selbst. Diese schnelle Rotation erzeugt starke Winde in seiner Atmosphäre. Bestimmt entstehen die Streifen, weil sich die verschiedenen Schichten unterschiedlich schnell bewegen.

Die hellen bestehen aus Ammoniak und gefrorenem Wasser, die braunen aus Schwefel. Zudem gibt es Wirbelstürme auf ihm und seltsame rote Flecken.«

»Die Meteorologen auf der Erde hätten bestimmt ihre Freude an Jupiter, Sonja! Und schau: Ich sehe den berühmten Großen Roten Fleck! Es ist unglaublich, dass die Erde zweimal darin Platz haben soll!«

NASA

Als zwei rote Flecken sind die größten Wirbelstürme auf Jupiter zu erkennen.

»Ja, die Astronomen kennen ihn schon seit fast vierhundert Jahren. Es ist ein riesiger, alter Wirbelsturm. Und neulich hat sich sogar ein zweiter, etwas kleinerer roter Fleck gebildet. Siehst du ihn? Links unter dem Großen Roten Fleck!«

»Ich habe gelesen, dass der Wasserstoff tief im Innern von Jupiter so stark zusammengedrückt ist, dass er einen flüssigen Ozean bildet. Noch tiefer im Kern ist er sogar hart wie Metall.«

»Ja, und unter den Wolken wird es außerdem immer heißer. Während es über ihnen noch minus 160 Grad kalt ist, steigt die Temperatur bis in sechzig KilometerTiefe bereits auf zwanzig Grad an. Darunter ist es sogar bis zu hundert Grad heiß! Und weißt du, was ich gehört habe? Dass der Jupiter sogar mehr Energie in den Weltraum abstrahlt, als er von der Sonne bekommt.«

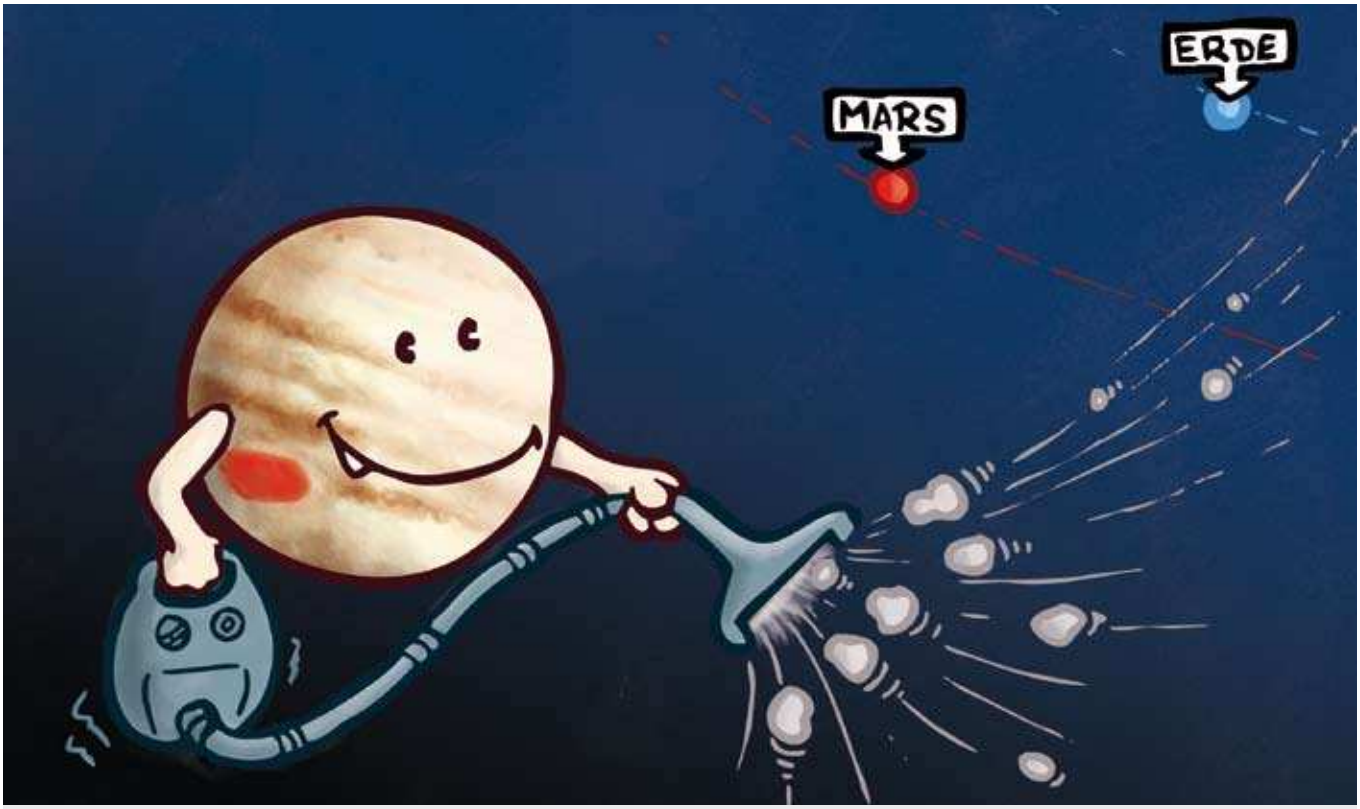
»Was? Aber Jupiter ist doch kein Stern?«

»Nein, nein, Sterne bestehen zwar auch aus Gas, aber Jupiter fehlt viel zu viel davon, um ein richtiger Stern zu sein. Weil die Anziehungskraft ihn so stark zusammendrückt, wird er zwar heiß, aber nie so heiß wie das Zentrum der Sonne. Dort herrschen 15 Millionen Grad! Kannst du dir das vorstellen? Nur bei solchen oder höheren Temperaturen kann ein Stern durch Kernfusion Energie erzeugen.«

»Was wäre denn passiert, wenn Jupiter genug Masse gehabt hätte, um ein Stern zu werden? Dann hätten wir heute zwei Sonnen und in manchen Monaten würde es nie ganz dunkel werden, weil die Erde auf einer Seite von Jupiter und auf der anderen Seite von der Sonne angestrahlt würde, Sonja!«

Doppelsonne Wäre Jupiter ein Stern, würde es auf der Erde fast nie dunkel.

»Hast du eine Fantasie, Lunic! Aber Jupiter ist nicht nur sehr heiß in seinem Innern. Er ist auch eine Art natürliche Radiostation.« ›



Wie ein großer Staubsauger Jupiter lenkt die meisten gefährlichen Felsbrocken vom inneren Planetensystem ab.

› »Wie bitte? Strahlt der Jupiter wirklich Radiosignale aus?«

»Ja, aber wir können sie nicht verstehen, weil sie nur aus Krach und Rauschen bestehen.«

»Bestimmt kommt dazu noch der Lärm gewaltiger Gewitter und Lichtblitze!«

»Wusstest du eigentlich, dass der Jupiter für uns lebenswichtig ist?«

»Wie meinst du das, Sonja?«

»Na ja, alle Asteroiden, die in das innere Planetensystem fliegen, müssen erst einmal an ihm vorbei. Und dabei wirkt Jupiter wie ein riesiger Staubsauger, der wie ein Schutzschild für die Erde mit seiner mächtigen Anziehungskraft die meisten gefährlichen Brocken anzieht oder ablenkt, die sonst bei uns einschlagen würden. Etwa alle 100 Millionen Jahre kommt es auf der Erde zu einem großen Meteoriteneinschlag. Gäbe es Jupiter nicht, würden solche Riesenbrocken die Erde tausendmal häufiger treffen, also etwa alle 100 000 Jahre.«

»Wahnsinn! Da hatten die Dinosaurier also einfach nur Pech, weil vor 65 Millionen Jahren ein Meteorit auf der mexikanischen Halbinsel Yucatán eingeschlagen ist. Der Aufprall war angeblich so gewaltig, dass die ganze Atmosphäre voller Staub war und die Strahlen der Sonne nicht mehr bis zum Erdboden gelangen konnten.«

»Stimmt, das ist eine der möglichen Erklärungen für das Verschwinden der Dinosaurier. Denn Pflanzen können ohne Sonnenlicht nicht leben, und so starben zuerst die Pflanzen fressenden Dinosaurier und danach die von ihnen lebenden Fleischfresser, weil sie kein Futter mehr hatten – eine Katastrophe! Zum Glück überlebten die kleinen Säugetiere, unsere Vorfahren.«

Jupiters Stürme selbst gemixt

Was ihr braucht:

- eine Glasschüssel
- eine Tasse Vollmilch
- rote und gelbe Lebensmittelfarbe
- Spülmittel

Gießt eine Tasse Milch in die Schüssel. Gebt je einen Tropfen rote und gelbe Lebensmittelfarbe dazu. Dann dreht die Schüssel, damit sich die Milch darin schnell bewegt. Nun könnt ihr noch einen Tropfen Spülmittel auf jeden Farbtropfen geben. Lasst die Schüssel weiter kreisen. Seht euch das von oben an und schaut zu, wie sich der Sturm langsam zusammenbraut!

»Dass es so unglaublich viele Zusammenhänge zwischen den Planeten gibt, Sonja, das ist erstaunlich! Aber schau mal, da an der Seite: Ich sehe einen Jupitermond! Wie heißt er, weißt du das?«

»Das muss Io sein, der Mond, der Jupiter am nächsten steht. Die Jupiterfamilie besteht aus 16 großen Monden und bildet ein eigenes Sonnensystem in Miniaturformat – mit dem Gasriesen als Stern und den Monden als seinen Planeten.«

»Als Galileo Galilei im Jahr 1610 mit seinem selbst gebauten Fernrohr dieses System entdeckte, schloss er daraus, dass sich nicht alle Körper um die Erde drehen, wie die Menschen damals dachten.«

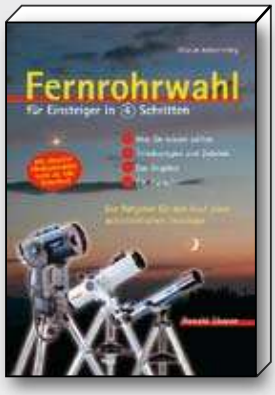
»Es war auch Galilei, der den vier innersten Jupitermonden – den so genannten Galileischen Monden – ihre Namen gab: Io, Europa, Ganymed und Kallisto. Fünf Raumsonden sind inzwischen am Jupiter vorbeigeflogen, Lunic. Die fünfte, die Galileosonde, wurde im Oktober 1989 auf ihre sechs Jahre lange Reise geschickt. Galileo umrundete Jupiter und seine Monde viele tausend Mal und war insgesamt 14 Jahre im Einsatz!«

»Als die Sonde kaputtging, hatten die Astronomen Angst, dass sie auf den Mond Europa stürzen könnte. Dieser ist von einer dicken Eisschicht bedeckt, unter der sich flüssiges Wasser verstecken könnte. Und wo es Wasser gibt, kann es auch Leben geben.«

»Ich vermute, die Astronomen befürchteten, Bakterien von der Erde könnten mit möglichen Lebewesen auf Europa in Kontakt kommen und sie dadurch vernichten.«

»Genau, Sonja, deswegen haben sie Galileo im September 2003 auf Jupiter stürzen lassen, wo die Sonde in dessen Atmosphäre verglühte.«

»Und seitdem werden alle Raumsonden, die man ins Weltall schickt, gründlich desinfiziert!« <<



Ronald Stoyan

Fernrohrwahl für Einsteiger in 4 Schritten

Der Ratgeber für den Kauf eines astronomischen Teleskops

Oculum-Verlag, Erlangen 2007
160 Seiten, 110 Grafiken und Fotos, 29 Tabellen
ISBN 9783938469118
17,90 €

Alle rezensierten Bücher, CD-ROMs und DVDs können Sie in unserem Science-Shop bestellen.

Internet: www.science-shop.de
per E-Mail: shop@wissenschaft-online.de
telefonisch: 06221 9126-841
per Fax: 06221 9126-869

Pflichtlektüre für Teleskopkäufer

Mit diesem Buch können Sie eine Menge Geld sparen. Denn beim Fernrohrkauf ist es ein Leichtes, ein Vermögen in den Sand zu setzen – vor allem deshalb, weil es kein Allzweckteleskop gibt. In dem vorliegenden Buch von Ronald Stoyan erfahren Sie, welche Instrumente wofür geeignet sind, und erhalten das Rüstzeug, um eine fundierte Kaufentscheidung zu treffen. So können Sie sich unnötige Ausgaben und den Frust nach dem Kauf des »falschen« Teleskops ersparen.

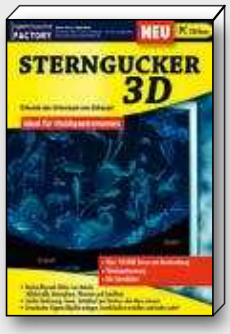
Der Ratgeber aus dem Oculum-Verlag ist in vier Teile gegliedert, wobei der erste kurz die wichtigsten Grundlagen umreißt. Teil zwei stellt dem Titel entsprechend vor allem die Teleskop- und Montierungstypen vor, erwähnt aber auch mögliches Zubehör. Das dritte Kapitel gibt schließlich eine aktuelle Marktübersicht (Stand Januar 2007) und erspart so das Durchforsten von Katalogen und Webseiten. Hier finden sich auch weniger bekannte Hersteller.

Obwohl die Liste schnell überholt sein kann, bietet sie doch einen guten Überblick darüber, was Sie für welchen Preis erwarten können. Sehr schön sind die Hinweise zum Kauf von Gebrauchtgeräten, die oft eine gute Alternative zur Neuware sind. Abschließend bietet das Werk einen Überblick darüber, was ein Teleskop leisten kann und für welche Einsatzgebiete welche Ausrüstung sinnvoll ist. Dabei werden zwanzig gängige Modelle zwischen fünfzig und tausend Euro ausführlich vorgestellt.

Wenn Sie die Tipps beherzigen, müssen Sie sich zwar immer noch selbst für ein Gerät entscheiden – doch die Gefahr eines teuren Fehlstarts sinkt deutlich. Vor dem Kauf des ersten Teleskops sollte also das Buch Pflichtlektüre sein.

>> Alexander Kerste

Virtueller Himmel



Sterngucker 3D

Erkunde das Universum von Zuhause!

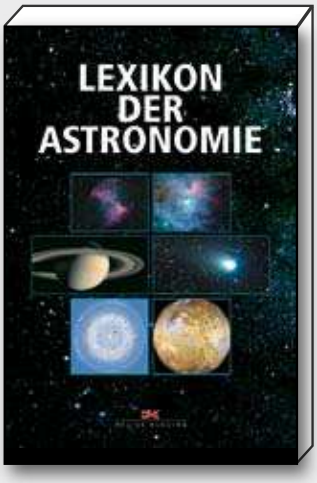
Open Source Factory GmbH 2007
9,99 €
PC CD-ROM
Systemvoraussetzungen:
Windows 98/ME/2000/2003/XP
Pentium-PC
256 MB freier Arbeitsspeicher
250 MB freier Festplattenspeicher

Sterngucker 3D« hinterlässt einen zwiespältigen Eindruck. Auf der CD findet der Sternfreund die aktuelle Version 0.8.2 von Stellarium, einem hervorragenden und leicht zu bedienenden Planetariumsprogramm. Es stellt den Himmel sehr realistisch dar und ist als Open-Source-Software frei verfügbar. Die reine Software gibt es also kostenlos im Internet. Damit darf für das Programm selbst kein Geld verlangt werden, nur für Materialkosten, Installationsroutinen und Ähnliches.

Ich war daher gespannt, welchen Mehrwert Sterngucker 3D bietet. Die Installation funktioniert einwandfrei und Stellarium startet gleich mit der deutschen Spracheinstellung. Dabei werden etwa siebzig Nebelbilder mehr geladen als in der Basisversion, ansonsten fallen keine Unterschiede auf. Die Anzahl der Sterne und Deep-Sky-Objekte ist in beiden Versionen identisch. Lediglich die Milchstraße wirkt im Sterngucker 3D etwas »knalliger« und damit weniger realistisch als in der freien Version. Außerdem fehlt der Nebel um die Plejaden. Dafür bietet die CD zusätzliche Horizontpanoramen an, von denen zwei jedoch nicht funktionieren, da die entsprechenden Bilddateien fehlen.

Überhaupt bleiben die Vorteile von Sterngucker im Dunkeln. Die »exklusiven« 120 000 Sterne gibt es auch im Basispaket, und von den »unzähligen Erweiterungen« habe ich nur die zusätzlichen Bilder bemerkt, die ebenfalls frei erhältlich sind. Die Dokumentation beschränkt sich auf eine Schnellstartanleitung. Mac- und Linux-Benutzer werden nur im Internet fündig. Sterngucker 3D bietet also keinen nennenswerten Mehrwert – dafür ist das Paket einfach zu lieblos zusammengestellt. Die CD lohnt sich nur für Sternfreunde, die keinen schnellen Internetzugang haben.

>> Alexander Kerste



John Woodruff (Hg.)
Lexikon der Astronomie

Delius Klasing Verlag, Bielefeld 2007
324 Seiten mit zahlreichen, meist farbigen Abbildungen und Fotos
ISBN 9783768818759
24,90€

Bilder von fremden Welten

Der Verlag Delius Klasing hat derzeit fünf Astronomietitel im Programm. Alle sind deutsche Ausgaben französisch- oder englischsprachiger Originale. So auch dieses Lexikon, das seit 1995 im Londoner Verlag Philips erscheint. Das deutsche Werk geht auf die zweite Überarbeitung von 2005 zurück, wurde aber an zahlreichen Stellen aktualisiert: So wurde die Degradierung von Pluto zum Zwergplaneten darin bereits berücksichtigt.

Darüber hinaus macht das Softcover-Buch mit seinen 324 Seiten einen handlichen und gefälligen Eindruck. Es vereint gut eintausend Einträge, also ein knappes Drittel des Brockhaus Astronomie (AH 12/2005, S. 92). Wie dieser hat auch das vorliegende Buch einen etwas unruhigen Schriftsatz, der jedoch durch die für ein Nachschlagewerk relativ große Schrift leicht zu lesen ist. Auch die Infografiken, Fotos und künstlerischen Darstellungen, beispielsweise von Raumsonden, machen es sehr eingängig und leicht lesbar. Das Durchblättern des Lexikons macht Spaß und lädt zum Schmökern ein.

Allerdings haben sich hier und da einige kleine inhaltliche Mängel eingeschlichen. So gilt die schon lange gestrichene Pluto-Kuiper-Express-Sonde im Buch als startklar. Dabei ist die Ersatzmission New Horizons schon seit einem Jahr unterwegs und passierte gerade erst den Jupiter.

Auch wird im Eintrag zum Planeten Merkur die Nasa-Mission Messenger erwähnt, nicht jedoch die geplante europäische Mission BepiColombo, die lediglich unter dem Buchstaben »B« verzeichnet ist.

Einen Minifehler gibt es auch beim Mars: Die Mariner-Täler werden zu einem einzelnen Canyon: »Vallis Marineris« statt »Valles Marineris«. Die Verweise zwischen manchen Einträgen und den dazugehörigen Datentabellen liegen auch schon mal daneben – die Angaben der Seitenzahlen sind mehrfach falsch.

Hilfreich ist der Anhang mit der Beschreibung verschiedener Sternwarten und ausgewählter Teleskope – leider ohne Weblinks. Auch die Auswahl lässt einige Wünsche des deutschen Lesers offen. So bleiben beispielsweise die Tautenburger Landessternwarte in Thüringen oder das Observatorio del Teide auf der Kanareninsel Teneriffa, die Heimat der Sonnenteleskope des Kiepenheuer-Instituts, unerwähnt.

Nichtsdestoweniger leistet das Lexikon dem Astronomieneuling sicherlich hervorragende Dienste, sofern er sich nicht in erster Linie auf die Beobachtung konzentriert. Denn entgegen dem Klappentext auf der Rückseite des Buchs geht der Amateur an vielen Stellen leer aus: Ihm wird weder ein Satz von Sternkarten geboten noch eine explizite Übersicht der gängigen Fernrohre und des Zubehörs wie Okulare oder Sucher. Angehende Lehnstuhlastronomen, die sich nicht mit mathematischen Formeln oder zu vielen Detailinformationen belasten wollen, werden es aber immer gerne aus dem Regal nehmen.

>> Oliver Dreissigacker

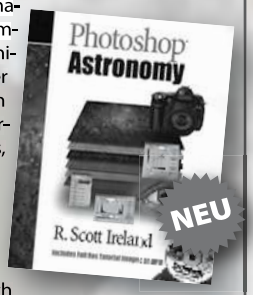
Atlas der Messier-Objekte

Eine gelungene Mischung aus Beobachtungshilfe und Bildband. Das großzügige Format und die aufwändige optische Gestaltung machen die Lektüre zu einem echten Genuss! Eine derartig umfangreiche und vollständige Darstellung zu den Messier-Objekten hat es bisher in deutscher Sprache noch nicht gegeben. Die Beschreibung zu den Objekten gliedern sich in die Abschnitte Historie, Astrophysik und Beobachtung. Gleichgültig ob das Interesse eher historisch, theoretisch oder praktisch ausgerichtet ist, kommt jeder mit diesem Buch auf seine Kosten.

€ 59⁹⁰

Photoshop Astronomy

Der Autor arbeitet seit fast 10 Jahren mit Photoshop, um seine Astrofotos zu bearbeiten. Die dabei gemachten Erfahrungen hat er in diesem speziell auf die Bedürfnisse des Amateurastronomen zugeschnittenen Buch gesammelt. Die behandelten Themen sind unter anderem: die technische Ausstattung, Farbmanagement, Histogramme, Maskierungstechniken, Addition mehrerer Bilder, Korrektur von Vignettierungen, korrektur von Farbhalos, Deformationen oder überbelichteten Sternen, LRGB und vieles mehr. Auf der beigefügten DVD befinden sich alle im Buch besprochenen und verwendeten Beispielbilder.



€ 39⁹⁰

Astronomik UHC-E

Diese neue Variante des UHC-Filters ist eine günstige Ergänzung unseres Angebotes. Gegenüber dem Profi UHC-Filter ist die Halbwertsbreite etwas größer, die Transmission etwas geringer (typisch 94% gegen 98%). Dadurch liefert etwas weniger kontrastreiche Bilder an größeren Fernrohren. Durch seine Eigenschaften können wir den UHC-E-Filter als preiswerte Alternative für Geräte bis 15cm Öffnung empfehlen.

ab € 65⁰⁰

astro-shop
Eiffestr. 426 • 20537Hamburg
Telefon 040 / 511 43 48 • FAX 040 / 511 45 94
www.astro-shop.com/ahoi

TV-PROGRAMM

Samstag, 16. Juni

Wernher von Braun – Der Mann für die Wunderwaffen
Wernher von Braun (1912–1977) ist eine bis in die Gegenwart hinein umstrittene Persönlichkeit des 20. Jahrhunderts. Die einen sehen in ihm einen großen Pionier, die anderen einen skrupellosen Opportunisten. Er entwickelte für Hitler die berühmtberüchtigte V2 und dreißig Jahre später für Kennedy die Saturn-V-Mondrakete
MDR, 20.15 Uhr

Mittwoch, 20. Juni

Spaziergang im All
Weltraumspaziergänge gehören zu den faszinierendsten Kapiteln in der Geschichte der Raumfahrt. Heute sind die »Extra Vehicular Activities« für Astronauten fast zu Routineangelegenheiten geworden. Doch ohne hoch entwickelte Raumanzüge wären sie ein Ding der Unmöglichkeit
Discovery Channel, 11.20 Uhr
Wdh. am 21. 6. um 7.00 Uhr

Donnerstag, 21. Juni

Mission Titan
Im Rahmen eines einzigartigen Gemeinschaftsprojekts der Nasa, der Esa und der Italienischen Raumfahrtagentur Asi wurde 1997 die Doppelsonde Cassini-Huygens ins All geschickt. Sieben Jahre war sie unterwegs zum Saturnmond Titan, der unserem Heimatplaneten in vielerlei Hinsicht ähnelt. Ihre Daten könnten nicht nur Erkenntnisse über Titan bringen, sondern auch darüber, wie das Leben auf der Erde entstanden sein könnte
arte, 22.15 Uhr

Wunderbare Welt der Monde
Geysire mit riesigen Fontänen und Gräben, tiefer als der Grand Canyon: Einige Monde unseres Sonnensystems würden sich für Extremsportarten eignen
Discovery Channel, 11.30 Uhr
Wdh. am 22. 6. um 6.45 Uhr

Donnerstag, 28. Juni

n-tv Reportage: Mars direkt – Das Nasa-Projekt 2016
Roter Staub wandelt sich zu fruchtbarer Erde, giftige Atmosphäre reichert sich mit Sauerstoff an. Der Mensch hat den Mars bewohnbar gemacht. »Terraforming« – ein Szenario, das für Weltraumvisionäre zum Greifen nahe scheint
NTV, 20.10 Uhr
Wdh. am 29. 6. um 2.10 Uhr und 5.15 Uhr

Auswahl aus dem Fernsehangebot zu Themen aus Astronomie und Raumfahrt der kommenden Wochen. Kurzfristige Programmänderungen sind möglich.

EVENTS

28. 7. – 4. 8.: Space Camp »Mission Raumfahrt« im FEZ Berlin. Gespräch mit einem Astronauten, Starts von Modellraketen und Kosmonautentraining. Kosten: 150,– Euro. Infos und Kontakt: FEZ Berlin, Werner Bachmann, Tel. 030 53071538, E-Mail: orbitall@fez-berlin.de

28. 7. – 11. 8.: Das Astronomische Sommerlager 2007 (ASL 2007) in Bischofsheim/Rhön bietet für Anfänger wie Fortgeschrittene von 14 bis 24 Jahren zahlreiche Workshops und Vorträge.
Infoheft und Anmeldung:
vega-astro.de

29. 7. – 18. 8.: 43rd International Astronomical Youth Camp. Drei Wochen lang können Jugendliche aus rund zwanzig Ländern in Tremesek in der Tschechischen Republik astronomische Themen erarbeiten. Info-Broschüre und weitere Informationen sowie Anmeldung im Internet unter iayc.org oder per E-Mail an: info@iayc.org

Noch bis 12. 8.: Mars in 3-D. Zwei Monate länger als geplant zeigt das Planetarium Laupheim sein Programm über den Roten Planeten. Dabei ermöglicht eine Stereoprojektion neue Ansichten.
Öffnungszeiten und Anmeldung: Planetarium Laupheim, Milchstraße 1, 88471 Laupheim, Internet: planetarium-laupheim.de oder Tel. 07392 91059

24. 8.: 6. Hofer Teleskoptreffen. Um 19 Uhr Treffpunkt in der Sternwarte, danach Abfahrt ins freie Feld zur gemeinsamen Beobachtung (nur bei klarem Himmel). Bitte Teleskope mitbringen, falls vorhanden.
Infos: Sternwarte Hof, Egerländerweg 25, 95032 Hof, Tel. 09281 95278, E-Mail: info@sternwarte-hof.de, Internet: sternwarte-hof.de

6. – 9. 9.: 6. Teleskoptreffen Mirasteilas. Als Höhepunkt der Veranstaltung können die Teilnehmer die neu eingeweihte größte Volkssternwarte der Schweiz besuchen.
Ort: Falera, Graubünden, Schweiz
Weitere Informationen, auch zu Übernachtungsmöglichkeiten, im Internet unter mirasteilas.net oder per E-Mail an:
teleskoptreffen@mirasteilas.net

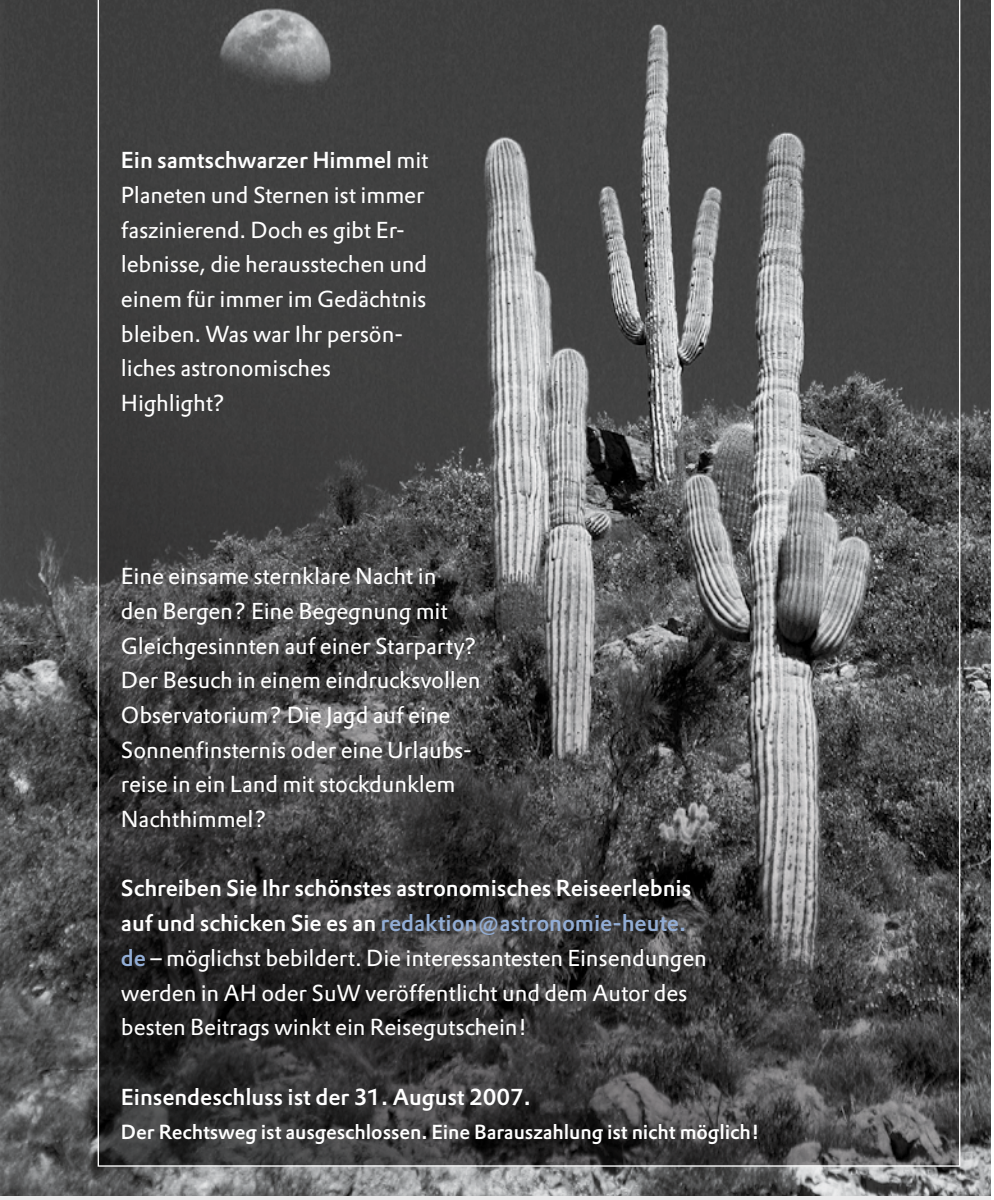
22. 8.: AME 2007 – 2. Astronomie-Messe in Villingen-Schwenningen. Neben vielen Herstellern und Händlern erwarten Sie in diesem Jahr unter anderem auch Vorträge von Rudolf Kippenhahn, Stefan Seip und Joachim Biefang.
Weitere Informationen: Astro-Messe, Siegfried Bergthal, Tel. 0741 2706210, E-Mail: info@astro-messe.de, Internet: astro-messe.de

Auch Ihr Termin kann hier kostenlos stehen! Für die September-Ausgabe schicken Sie spätestens bis zum 15. Juli 2007 eine E-Mail an:
redaktion@astronomie-heute.de

PREISRÄTSEL

Gewinnen Sie einen 1000-Euro-Reisegutschein von Wittmann Travel!

Mal ehrlich ... nichts ist schöner als in einer sternklaren Nacht zum Himmelszelt zu blicken – durch ein Teleskop oder mit bloßem Auge, allein oder in einer Gruppe.



Ein samtschwarzer Himmel mit Planeten und Sternen ist immer faszinierend. Doch es gibt Erlebnisse, die herausstechen und einem für immer im Gedächtnis bleiben. Was war Ihr persönliches astronomisches Highlight?

Eine einsame sternklare Nacht in den Bergen? Eine Begegnung mit Gleichgesinnten auf einer Starparty? Der Besuch in einem eindrucksvollen Observatorium? Die Jagd auf eine Sonnenfinsternis oder eine Urlaubsreise in ein Land mit stockdunklem Nachthimmel?

Schreiben Sie Ihr schönstes astronomisches Reiseerlebnis auf und schicken Sie es an redaktion@astronomie-heute.de – möglichst bebildert. Die interessantesten Einsendungen werden in AH oder SuW veröffentlicht und dem Autor des besten Beitrags winkt ein Reisegutschein!

Einsendeschluss ist der 31. August 2007.
Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Eine Barauszahlung ist nicht möglich!

Lösung des Preisrätsels im Mai-Heft

ICARUS II – Der Name der Mission zu Rettung der Erde im Kinofilm »Sunshine«

Gewinner: Manuela Kölbel, Halle; Erhard Koch, Haschbach; Konrad Massepp, München; Ulrich Heinz, Schönheide; Sandra Hausser, Raunheim; Herbert Frank, Bernau; Ines Putz, Berlin; Jens Döblitz, Stuttgart; Matthias Richter, Neudenau; Norbert Windisch, Lieboch (A); Christoph Schneider, Menden. Herzlichen Glückwunsch!

Große Auswahl, kompetente Beratung, guter Service!

Aber damit geht es bei uns erst los! Bevor wir zu einem bestimmten Kauf raten, wollen wir sicher sein, Ihnen auch wirklich das Optimum des Verfügbaren in Bezug auf Ihre Bedürfnisse, Größe, Transportabilität, Qualität und Preis aus der Vielzahl der Marktanbieter herausgesucht zu haben. Wir stellen auf Wunsch das Instrument nicht nur auf, sondern wir weisen ein, beraten beim Zubehör, geben Ihnen Beobachtungstipps, ja wir beobachten auf Wunsch sogar mit Ihnen, um Ihnen den Einstieg in Ihr neues Hobby so angenehm und so einfach wie nur möglich zu machen.

NEU: 20x80 Groß-Fernglas mit Panorama-Montierung und Stativ - *jetzt nur € 799,00!*

Preis-Reduzierung!

Und wenn's denn eine eigene Sternwarte sein soll, haben wir auch die passenden Beobachtungs-Kuppeln dazu. Von 2,3m über 3,2m bis 4m als preisgünstige Standardmaße und darüberhinaus als Sonderanfertigung bieten wir unsere Kuppeln nun bereits seit vielen Jahren in Europa an. GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) als aus dem Bootsbau bekanntes und bewährtes Material bietet sich für Kuppeln ideal an. Unsere GFK Astro-Kuppeln sind mehrteilige, verwindungssteife und formschöne Kuppelkonstruktionen aus Glasfaser-Polyesterkunststoff mit einem Kopfüber-Schiebetor und einer

Ausstell-Horizontklappe (Größen ab 5m können alternativ mit seitlich verschiebbaren Toren hergestellt werden – wie zB. „Mount Palomar").

Profitieren Sie von der über 20-jährigen Erfahrung unserer Mitarbeiter, sprechen Sie mit unseren Fachkräften und vereinbaren Sie einen unverbindlichen Beratungstermin in unserem Ausstellungsraum. Wir freuen uns darauf, Sie bei uns begrüßen zu dürfen!

Viele weitere interessante Produkte sowie eine aktuelle Schnäppchenliste mit günstigen Angeboten finden Sie im Internet unter **www.astrocom.de**!

ASTROCOM GmbH/Abt. 3 • Fraunhoferstraße 14
D-82152 MÜNCHEN-Martinsried
☎ ☺ (089) 8583 660 • Fax (089) 8583 6677
eMail: service@astrocom.de • www.astrocom.de

PRIVATE KLEINANZEIGEN

SuW Jg. 2001-2003. Verkaufe komplette Jahrgänge (2000,2001 und 2002) der Zeitschrift Sterne und Weltraum. oli.briest@freenet.de

Wanted! Betreuer für Astrocamp Leiter eines Astrocamps, das in Waldkraiburg/Bayern zwischen den 12. und 19. August 2007 stattfinden wird, sucht BetreuerInnen, die sich für Astronomie (und/oder Astrophysik) interessieren und im Idealfall bereits mit Jugendlichen (12 bis 17 Jahre alt) gearbeitet haben. Gehalt während des Camps: 30 € pro Tag, Kost und Logis frei, sowie die Übernahme der Reisekosten zum Ferienzentrum und Teilnahme an allen Aktivitäten. benoit.e.m@gmail.com

Takahashi OTA FS-60C mit Sucher, die Gelegenheit, für 590,– Euro. Tel.: 0541 129024

Atlas Stellarum + Atlas Galaktischer Nebel Atlas Stellarum von Torsten Vehrenberg + Atlas Galaktischer Nebel (3 Bände) von Neckel & Vehrenberg. Jeweils nur komplett abzugeben. VB. Tel.: 04524 4854 / 0160 5307211, bernd.jaenchen@web.de

Meade 8-Zoll-SC LXD 75 mit UHTC Vergütung aus Zeitmangel nur 5-mal benutzt, sowie Meade LPI Kamera, Autostar Software, Deutscher GoTo Montierung und Stahldreibeinstativ. Kauf: Dez. 2004. Alles Neuwertig! NP € 2090,– für 1390,–. Weiterhin Meade Okularkoffer mit verschiedenen Okularen von 6,3 mm bis 40 mm. Meade Mondfilter und Nebelfilter. Preis n.V., Tel.: 08324 953457

Meade LX 50 10-Zoll mit Originalzubehör (Stativ, Super-Wedge, Sucher, Okkularen, großer Tragetasche), 1A Zustand, wenig gebraucht, wegen Umzug günstig abzugeben, VB 1200,– Euro. Tel.: 06081 960009 o. 0178 2803286, thelfrich@online.de

C14 Gabel mit Polbock und Dreibeinstativ Frequenzwandler und Handtaster. Mit amerikanischen Anschlüsse. Auch 12-V-Batterie- oder Akkuantrieb möglich. VB 1500,– Euro. Tel.: 04144 606996, Lille-Sonne@gmx.de

Meade LX200 12 Zoll mit Go-to-Funktion, im Bodenseeraum. Herwig.sausgruber@inode.at

Celestron Polhohenwiege für C8 (auch für Celestar als Aufbau auf einem Tisch) in Originalverpackung. VB 100,– Euro. Tel.: 0531 796 792

»Die Sterne rücken näher« Band 1+2 C. Bertelsmann Verlag, Ausgaben von 1968 (in gutem Zustand). Ca. 4 Kilo Wissen!! Nur komplett zu verkaufen. 20 Euro zzgl. Versand. Tel.: 06184 7639

Meniscas 180 von Carl Zeiss Jena »MAK 180/1800«, abs. neuw. ohne Gebrauchsspuren mit folg. Zubeh.: Holz-Aufbewahrungsbehälter, 2× Wechselringe »S 51«, Wechselringe »M 68«, Ersatzobjektivdeckel, Reduzierring »M 68 / M 44«, Abschlußring »M 68« sowie Zubehör-Holzkasten und Prüfprotokoll. VB 7500 Euro an Selbstabh. Tel.: 02384 911669 o. 0160 97420241, Elmar.Remmert@t-online.de

TAL-2M - Der Klassiker des TAL Teleskopsortiments Newton 150/1200 mm von TAL mit komplettem Zubehör an Liebhaber abzugeben. Bilder auf Anfrage. Preis: 500 Euro VHB. Tel.: 0162 6150910, udo.piontek@web.de

Meade LX-D 55 10-Zoll-Tubus, Stativ G-3DX + Okulare. Zustand: neuwertig. Tel.: 07071 600355, sstockert@web.de

Astrolabium Höhe 44 cm, Durchmesser ca. 42 cm, Gewicht um 11 kg. Preis VB – schicke auf Antwort ein Foto, da ich keine bes. Angaben zum Gerät machen kann. anneboellert@aol.com

Star Observer Verkaufe komplette Jahrgänge (1995-2005) der Astro-Zeitschrift. Die Ausgaben der Jahre 1995 bis 2005 habe ich alle komplett. oli.briest@freenet.de oder oli.v@freenet.de

Petrarca Ich suche schon lange nach einer verläßlichen Angabe zu Mondephemeriden. Es ist der 26. April 1336, der Tag an dem Petrarca, laut seines Briefes, den Mont Ventoux bestiegen haben will. In seinem Text erwähnt er einen hellleuchtenden Mond. Mit Redshift 6 und Ephemeriden von Dings bin ich nicht sehr weit gekommen, bzw. ich traue den Ergebnissen nicht. Kann mir ein versierter Astrometriker angeben, wie der Mondstand am 26. April 1336, wann in diesem Jahr Ostern war? Tel.: 08142 597656, karl.zimelka@t-online.de

12" f/3.3 Deltagraph (f=990mm) mit Kohlefasertubus und stabilen Rohrschellen für Montage von 6" Refraktor in sehr gutem Zustand. Zubehör: zwei 6x7 Filmkassetten, Umrüstung auf CCD möglich. Preis: VHB. Tel.: 06252 75227, Caroline-Guthier@web.de

Private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen für Abonnenten von ASTRONOMIE HEUTE kostenlos!

ASTRONOMIE HEUTE-Abonnenten können eine private Kleinanzeige pro Ausgabe mit bis zu fünf Zeilen à 40 Anschläge kostenlos schalten. Jede weitere Zeile kostet für Abonnenten 5,–€. Geben Sie bitte bei Einsendung von Kleinanzeigen stets Ihre Kundennummer an. Diese entnehmen Sie Ihrer Rechnung oder dem Adressträgerblatt.

Für Nichtabonnenten gelten folgende Preise:

bis zu drei Zeilen: 22,–€, jede weitere Zeile: 5,–€

Die Veröffentlichung im Internet ist auch für Nichtabonnenten kostenlos.

Bitte beachten Sie: Ist der verfügbare Platz in einer Ausgabe vergeben, behält sich die Redaktion das Recht vor, später eintreffende Anzeigen in die nächstverfügbare Ausgabe zu verschieben. Eine Zeile enthält durchschnittlich vierzig Zeichen. Alle Preise zuzüglich gesetzlicher Mehrwertsteuer. Die Grundgebühr pro Anzeige ist bereits eingerechnet. Gleichzeitig erhalten Sie einen Eintrag in unserer Online-Kleinanzeigendatenbank für die Verkaufsdauer des jeweiligen Hefts.

Bitte geben Sie Ihre Kleinanzeige im Internet ein unter www.astronomie-heute.de/kleinanzeigen **oder senden Sie sie wie gewohnt an:**

Spektrum der Wissenschaft
Redaktion ASTRONOMIE HEUTE
Slevogtstr. 3–5, 69126 Heidelberg
Fax: 06221 9126-769
E-Mail: kleinanzeigen@astronomie-heute.de

Der Einsendeschluss ist vier Wochen vor Erscheinen des Hefts.

2. Internationale Astronomie-Messe AME2007

Erneut mit zahlreichen Ausstellern aus dem In- und Ausland und einem attraktiven Rahmenprogramm.

Wann? 22. September 2007
Wo? 78054 VS-Schwenningen, Messegelände, 6000 kostenlose Parkplätze vor Ort.
Fragen? Tel.: 0741 2706210, E-Mail: info@astro-messe.de

www.astro-messe.de

Astroshop.de
3000 Artikel - alles online!
www.Astroshop.de

SATTLEGGERs ALPENHOF
EMBERGER ALM

ASTROURLAUB und ASTROKURS!
Zwei gut ausgestattete Sternwarten (12" + 17,5") auf 1.800m Seehöhe und ein perfekter Sternhimmel erwarten Sie. Infos zum Kursangebot sehen auf unserer Homepage.

Sattleggers Alpenhof und Feriensternwarte
Emberger Alm 2, 9771 Berg/Drautal, Österreich
Tel.: +43/4712/796, Fax: +43/4712/796-6
www.alpsat.at, mail: office@alpsat.at

ITT (Internat. Teleskoptreffen): 5.10. - 7.10.2007 Buchen Sie rechtzeitig!

Der Astromarkt von **ASTRONOMIE HEUTE** und **Sterne und Weltraum** bietet Ihnen die Möglichkeit, zu besonders günstigen Konditionen auf Ihre Angebote hinzuweisen.

Wollen auch Sie Ihre Produkte oder Dienstleistungen hier vorstellen?

Wir beraten Sie gern!

Infos bei

Karin Schmidt
schmidt@spektrum.com

Starlight Express HX516 s/w CCD-Kamera mit 660x494 Pix. (Pixelgr. 7.4x7.4 µm²), 16 Bit tief, 30° unter Umgeb. gekühlt, für Parallelport, inkl. Netzteil (230V und 12V), Portbeschl. und Softw. VB 370 Euro. Tel.: 07531 456937, Daniel.Guhr@uni-konstanz.de

Refraktor 4" f/15 gesucht Suche 4" oder 5" FH-Refraktor mit Öffnungsverhältnis f/15 – ohne Montierung. Tel.: 0170 2074077, felix.bosse@web.de

Marsglas Adapter Diascope <-> Vixen Montierung Carl Zeiss Jena Marsglas zum Aufschrauben auf Zeiss Jena Astrookulare an Stelle der Augenmuschel. Neuw., VP 35,- Euro. Adapter zur Verbindung d. Carl Zeiss Diascope 65/85 mit der az. Mont. Vixen Porta. Aus Alu gefräst, passt exakt an die Prismenaufn. d. Vixen Porta bzw. an alle and. Mont. v. Vixen. D. Ad. trägt sicher und passgenau beide Diascopeausf. v. Zeiss. D. Aufnahmefuß vom Diascope wird mit einer 3/8" BSW Edelstahlschr. (Fotogew.) am Ad. befestigt. Zum Ad. gehört ein Inbusschlüssel 5/16". VP 40,- Euro. Tel.: 0173 5706437

CCD-Kamera, Fa. OES, Typ LcCCD14SC incl. techn. Unterlagen + 14m Kabel für 200,-€. Bei Selbstabholung auf Wunsch mit PC (Pentium 200MHz u. install. Programm) + 12-Zoll-Monitor (zus. 50,-€). Tel.: 0351 8400089, rsgebhard@t-online.de

Rigel Quickfinder / Quikfinder Suche gebrauchten Rigel Qui(c)kfinder. Sollte technisch in Ordnung sein ... kleine Mängel und leere Batterien sind kein Problem. Blonder12345@freenet.de

Vixen Teleskop R200SS originalverpackt, unbenutzt, Neupreis: 4888,- DM, Spiegel D = 200 mm, s = 800 mm, sehr standfestes Stativ durch Great Polaris Montierung. 2 hochwertige Vixen Okulare, 17mm und 7mm. Coma Correktor und Teleextender. VB: 1300,- Euro. Tel.: 017643041305, mpimme@freenet.de

Schwere Sternwartenmontierung mit elektronischer Steuerung für beide Escape-Motoren an RA- und De-Achse. Dieselbe trug 16-Zoll-Cassegrain. Preis: 5500,– Euro. Tel.: 02624 7506

ST7E CCD-Kamera von SBIG inklusive Kabel, Transportkoffer und Steuerungssoftware; sehr wenig benutzt. Die Kamera ist in einem sehr guten Zustand. Preis: VB 950,– Euro. Tel.: 07046 880972 (abends)

Minolta-Objektiv AF(D) 28-100 mm, wie neu, 100,– Euro (FP), Exakta(MD)-Objektive 35-70 mm, 1:3,5-4,8, 70-210 mm, 1:4,5-5.6, 500 mm, F/8, Blitz,VB. Tel.: 0711 7009007

VORSCHAU

Das Verderben im Anflug

Apophis lautet der Beiname dieses 300-Meter-Asteroiden. 2029 schrammt er haarscharf an der Erde vorbei und erst dann wird klar, ob er sieben Jahre später als »global killer« zurückkehrt

ILLUSTRATION: DANIEL D. DURDA

NASA

Stress in der Röhre

Welche Spannungen und psychischen Belastungen treten bei Raumfahrern auf? Kann ein Mensch überhaupt Langzeitmissionen im All aushalten?

Himmlischer Philantrop

Delfine gelten seit dem Altertum als menschenfreundlich. Zum Dank darf sich ein Vertreter als Sternbild im Meer der Milchstraße tummeln

König des Sommers

Jupiter gilt zu Recht als König der Planeten. Unbestritten dominiert er den Nachthimmel – obwohl er sehr nah am Horizont steht

NASA, JPL / U. ARIZONA

IMPRESSUM

Chefredakteur: Dr. Jakob Staude (v.i.S.d.P.)
Redaktion: Dr. Oliver Dreissigacker (Ltg., Chef vom Dienst), Stephan Fichtner, Maike Pollmann (freie Mitarbeit)
Ständige Mitarbeit: Stephanie Hügler, Alexander Kerste, Dr. Monika Maintz, Dr. Frank Schubert
Artdirector/Layout: Karsten Kramarczik
Layout: Marc Grove
Schlussredaktion: Katharina Werle (Ltg.), Christina Peiberg (stv. Ltg.), Sigrid Spies
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Mitarbeit an diesem Heft: Corinna Karow, Dr. Rainer Kayser, Carolin Konermann, Dr. Achim Schneider, Dr. Sven Titz, Michael Vogel, Ulrich Zehndbauer
Redaktionsassistenz: Britta Feuerstein
Redaktionsanschrift: Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-765, Fax: 06221 9126-769, E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de
Herstellung: Natalie Schäfer, Tel.: 06221 9126-733
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel.: 06221 9126-744
Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel.: 06221 9126-741, E-Mail: service@spektrum.com
Leserservice: Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.com

Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck
Verlagsleiter: Dr. Carsten Könneker
Objektleiter Astronomie: Stephan Fichtner
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg; Hausanschrift: Slevogtstraße 3–5, 69126 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600, Fax: 06221 9126-751, Amtsgericht Mannheim, HRB 338114
Vertrieb und Abonnementverwaltung: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, c/o ZENIT Pressevertrieb GmbH, Postfach 81 06 80, 70523 Stuttgart, Tel.: 0711 7252-192, Fax: 0711 7252-366, E-Mail: spektrum@zenit-presse.de, Vertretungsberechtigter: Uwe Bronn
Bezugspreise: Einzelheft: € 6,50, Jahresabonnement Inland (10 Ausgaben): € 56,–, Jahresabonnement Ausland: € 61,–, Jahresabonnement ermäßigt Inland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 50,–, Jahresabonnement ermäßigt Ausland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 55,–. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Konto: 22 706 708, Postbank Stuttgart (BLZ 600 100 70).
Die Mitglieder der Vereinigung der Sternfreunde e. V. (VdS) erhalten ASTRONOMIE HEUTE zum gesonderten Mitgliedsbezugspreis.
Anzeigen/Druckunterlagen: VMS Limperg Verlags- & MedienService, Sudetenstraße 16, 63486 Bruchköbel, Tel.: 06181 729-04, Fax: 06181 729-84, E-Mail: f.limperg@limperg.de
Anzeigenpreise: Zurzeit gilt die Preisliste Nr. 4 vom 1. November 2005.

Gesamtherstellung: L.N. Schaffrath Druck Medien Gmbh & Co. KG, 47608 Geldern

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2007 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

ISSN 1610-8728, www.astronomie-heute.de

Sky & Telescope (S & T) und Night Sky: New Track Media LLC, 90 Sherman St., Cambridge, MA 02140, USA; President: Joel Toner; Editor in Chief: Richard Tresch Fienberg, Ph.D. Die Übersichts- und Ausschnittssternkarten von ASTRONOMIE HEUTE wurden mit Software und Designelementen von Roger W. Sinnott und Steven Simpson erstellt.

Wir übernehmen keine Haftung für die Inhalte externer Webseiten. Für den Inhalt der angegebenen Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.